

Павлюк Р.Ю., Дібрівська Н.В., Павлюк В.А.,  
Яницький В.В., Крячко Т.В.

**АКТИВАЦІЯ РОСЛИННИХ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ  
РЕЧОВИН ФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ**

ХАРКІВ, 2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ  
ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ СПОЖИВЧОЇ КООПЕРАЦІЇ УКРАЇНИ

Р.Ю. ПАВЛЮК  
Н.В. ДІБРІВСЬКА  
В.А. ПАВЛЮК  
В.В. ЯНИЦЬКИЙ  
Т.В. КРЯЧКО

## **АКТИВАЦІЯ РОСЛИННИХ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ**

Нове в технології переробки плодів

Харків, 2010

## ВСТУП

В монографії узагальнені результати власних досліджень з наукового обґрунтування нового способу отримання і розробки прогресивних технологій функціональних напівфабрикатів-добавок у формі паст із дикорослих ягід, які дозволяють не тільки зберегти всі антоціанові барвні речовини (пігменти фенольної природи) і вітаміни, але і дозволяють їх більш повно екстрагувати із сировини шляхом регулювання біохімічних і мікробіологічних процесів з використанням фізичних методів у разі попередньої обробки рослинної сировини. Фізичні методи в даному випадку використані для зберігання та активації рослинних біологічно активних речовин (БАР), деградації і деструкції біополімерів і наноконкомплексів біополімерів з БАР при переробці ягід. Від традиційних технологій нові технології отримання пастоподібних добавок із ягід відрізняються попередньою обробкою сировини (замість бланшування) з використанням обробки у вихровому шарі феромагнітних частинок обертового змінного електромагнітного поля (магнітної складової, перемішування та подрібнення) в промисловому апараті ВА-100, яка супроводжується процесами механодеструкції та механоактивації і проявляється у більш повному вилученні БАР із зв'язаного стану в наноконкомплексах з біополімерами (білком, полісахаридами та ін.) у вільний (на 15...40% більше по відношенню до вихідної сировини), деструкції і активації біополімерів, зокрема пектинів, їх трансформацію в розчинну форму, що дозволяє отримати пастоподібні напівфабрикати – антоціанові добавки із ягід з новими споживчими властивостями (з більш високими желейними властивостями, барвною здатністю та більш високим вмістом БАР). Розроблена технологія добавок із дикорослих ягід у формі паст з рекордним вмістом антоціанових барвних речовин, вітамінів, поліфенолів та інших БАР і з їх використанням виготовлені функціональні оздоровчі продукти (желе, муси, самбуки, напої, відновлені соки та ін.).

В даний час в міжнародній практиці функціональні оздоровчі продукти є одним із нових перспективних видів харчових продуктів, які користуються ве-

ликим попитом у населення всіх країн світу та відносяться до категорії продуктів „ здорової їжі”. Функціональні продукти – це такі продукти, які відрізняються високим вмістом біологічно активних речовин, які сприяють зміцненню здоров'я організму людини та профілактиці різних захворювань при їх щоденному споживанні в ефективній дозі [15, 83]. Крім поживних речовин вони містять БАР, які мають значний позитивний фізіологічний або фармакологічний ефект, допомагають організму людини адаптуватися до дії різних несприятливих факторів (стресів, малих доз радіації, інфекційних захворювань та ін.), перешкоджають виникненню різних захворювань, уповільнюють процеси старіння і т.п.

В розвинутих країнах світу сектор функціональних продуктів, в тому числі біологічно активних добавок, які за міжнародною класифікацією ФАО/ВОЗ відносять до цієї групи – найбільш зручна та природна форма внесення в харчові продукти та збагачення організму людини мікронутрієнтами (вітамінами, каротиноїдами, мінеральними речовинами, фенольними сполуками, поліфенолами та ін.). Вони бувають і в формі порошків, паст, напівфабрикатів, консервантів, олій, бальзамів і т. д. Міжнародний ринок функціональних продуктів з кожним роком збільшується на 15-20%. В Росії потреба БАД та функціональних продуктах задовольняється лише на 3%, в Україні - на 1% [84].

Актуальність робіт, які наведені в монографії пов'язані з тим, що однією з головних умов функціонування організму людини у відповідності до теорії раціонального та збалансованого харчування, яка прийнята в даний час в міжнародній практиці, є обов'язкова наявність у раціоні харчування біологічно активних речовин, таких як вітаміни, фенольні сполуки, каротиноїди та інші [1, 2]. Зараз вони визнані в усьому світі потужними регуляторами і коректорами захисної системи організму людини від впливу різних несприятливих чинників [1-9]. Основним джерелом БАР є плоди, овочі, продукти їх переробки та функціональні продукти з їх використанням. За статистичними даними населення України споживає фруктів, ягід, а також вітамінів вдвічі нижче рекомендованої норми міжнародним комітетом ФАО/ВОЗ. Консерво-

ваною вітчизняною плодоовочевою продукцією населення забезпечено на 20%, у тому числі добавками-напівфабрикатами у формі паст для підприємств ресторанного господарства лише на 0,5% [10].

Особливе місце серед рослинної сировини, яка містить значну кількість БАР, займають дикорослі ягоди - натуральні вітаміноносії, для яких характерні різні лікувально-профілактичні властивості. У даний час в Україні є можливість їх заготовляти до 1 млн. тон на рік, проте фактично заготівля дикорослих ягід складає близько 20,0 тис. тон [2, 4], тобто їх потенціал використовується недостатньо. Серед продуктів із дикорослих ягід особливе місце займають пастоподібні напівфабрикати-добавки у формі паст, пюре, які відносяться до функціональних продуктів. Вони є незамінними натуральними збагачувачами різними БАР, барвниками, структуроутворювачами для продуктів харчування, в тому числі в солодкі страви. Однак в Україні спостерігається їх дефіцит [1, 10]. Більш широке їх використання при виготовленні різних продуктів харчування стримується недостатністю відомостей про їх корисний хімічний склад, технологічні властивості, а також відсутністю технологій і обладнання для їх виробництва. У даний час у всьому світі стоїть проблема збереження БАР, зокрема антоціанових пігментів, L-аскорбінової кислоти тощо при переробці фруктів, ягід, у тому числі і дикорослих.

Традиційні технології переробки фруктів, ягід та овочів в різні харчові продукти, в тому числі в пасти, напівфабрикати, соки та ін. відрізняються досить жорсткими температурними режимами обробки, що призводять до значних втрат вітамінів та інших БАР (від 20 до 80%). Практично відсутнє ефективне обладнання, яке б дозволило отримати високоякісні пасти, пюре із ягід, які б відрізнялись високим вмістом натуральних вітамінів, барвних речовин та інших БАР, які нам так необхідні для імунопрофілактики.

За статистичними даними потреба України в рослинних добавках у формі порошків і паст складає 1,5 млн. тон на рік. За даними ЮНЕСКО в міжнародній програмі «Харчування. 21 століття» розробка і використання в продуктах хар-

чування та раціонах функціональних рослинних БАД у формі паст та порошків визнано превалюючим напрямком.

Труднощі під час перероблення дикорослих ягід (бузини чорної, горобини чорноплідної, калини та ін.) у пастоподібні напівфабрикати-добавки і соки зумовлені більш щільною морфологічною структурою, ніж у традиційній сировині (твердішою оболонкою, зниженою соковіддачею, більшою кількістю протопектину, ніж водорозчинного пектину), специфічним смаком і ароматом і т. п. [2-5]. У зв'язку з цим актуальною є розробка технологій функціональних добавок у формі пастоподібних напівфабрикатів із дикорослих ягід, які б максимально зберігали БАР вихідної сировини. При отриманні пастоподібних добавок використовують такий технологічний прийом, як бланшування, яке призводить до втрат БАР від 20 до 40% [2]. Відомо, що одними із прогресивних методів обробки харчової сировини є електрофізичні, фізичні методи, (зокрема ультразвук, електромагнітна обробка і т.д.), які застосовуються з метою інтенсифікації різних процесів виробництва [13]. Перспективною є обробка харчових продуктів у вихровому шарі феромагнітних часток (ВШФЧ) обертового змінного електромагнітного поля (ЕМП) [14]. Проте в науковій літературі практично відсутні дані з її використання при переробці плодів та одержанні пастоподібних напівфабрикатів із дикорослих ягід (ДЯ). Вітчизняна промисловість випускає апарати (ВА-100, АВС-100), які використовують принципи електромагнітної обробки різних харчових систем у ВШФЧ. їх застосовують в Україні для інтенсифікації різних технологічних процесів у харчових технологіях, при одержанні емульсій у виробництві майонезу, соусів, а також при виробництві пива, для активації дріжджів у виробництві хлібобулочних виробів, для механодетрукції різних харчових систем [13-14, 126-145].

Нами при попередній обробці дикорослих ягід у вихровому шарі феромагнітних часток змінного обертового електромагнітного поля в апараті ВА-100, що супроводжується процесами механодеградації та механодеструкції, був виявлений ефект активації біологічно активних речовин та пектинових речовин,

що дозволило розробити новий спосіб переробки ягід у пастоподібні напівфабрикати добавок з високим вмістом біологічно активних речовин.

У зв'язку з цим актуальним є використання апарата ВА-100 для попередньої обробки дикорослих ягід у вихровому шарі феромагнітних часток змінного ЕМП із метою максимального збереження БАР і виключення стадії бланшування, розробки технології функціональних пастоподібних напівфабрикатів добавок із ДЯ з високим вмістом БАР та желейних страв з їх використанням для оздоровчого харчування, в тому числі на підприємствах ресторанного господарства.

Роботи, які наведені в монографії виконувались в Харківському державному університеті харчування та торгівлі, Полтавському університеті споживчої кооперації України. Вони є продовженням і розвитком робіт на тему: „Створення та впровадження прогресивних технологій і ефективного обладнання для отримання нових функціональних оздоровчих харчових продуктів”, яка в 2006 р. була удостоєна Державної премії України в галузі науки і техніки.

В монографії на основі комплексного підходу вперше науково обґрунтовано і розроблено новий спосіб активації біологічно активних речовин та біополімерів плодово-ягідної сировини з використанням попередньої обробки у вихровому шарі феромагнітних часток змінного електромагнітного поля (магнітної складової, перемішування та подрібнення) в апараті ВА-100, який супроводжується процесом подрібнення дикорослих ягід під час отримання із них пастоподібних функціональних напівфабрикатів добавок, і проявляється у більш повному вилученні БАР із зв'язаного стану в наноконформах з біополімерами у вільний і деструкції біополімерів – пектинових речовин, їх трансформації в розчинну форму та отримання напівфабрикатів із більш високими драглеутворюючими властивостями. Крім того, вперше встановлено, що обробка і подрібнення дикорослих ягід у вихровому шарі феромагнітних часток змінного електромагнітного поля не тільки інактивує окислювальні ферменти, але й сприяє активації БАР і більш повному вилученню їх із ягід, тобто дозволяє більш повно використати біологічний потенціал сировини, виявлено механізм

цього процесу. В роботі також вперше встановлено, що при обробці ДЯ у ВШФЧ відбувається суттєва активація наноконкомплексів пектинових речовин, деградація, деструкція та трансформація протопектину в розчинний пектин і галактуронову кислоту за рахунок неферментативного руйнування водневих і іонних зв'язків у протопектині, що виявляється в суттєвому зростанні органічних кислот за рахунок вільних карбоксильних груп галактуронової кислоти.

Встановлено, що обробка дикорослих ягід у вихровому шарі феромагнітних часток змінного електромагнітного поля суттєво зменшує кількість мікроорганізмів, дріжджів, пліснявих грибів. В роботі розроблено нові технології отримання функціональних напівфабрикатів-добавок (ФНД) із дикорослих ягід, які відрізняються від традиційних тим, що виключається стадія бланшування і вводиться обробка ДЯ у ВШФЧ змінного електромагнітного поля; експериментально встановлено та обґрунтовано раціональні параметри технології. Показано, що функціональні напівфабрикати добавок із ДЯ, які отримані за новою технологією, відрізняються високим вмістом БАР, природних антиокислювачів, і з їх використанням розроблено желейні страви для оздоровчого харчування (желе, муси, самбуки) для підприємств ресторанного господарства. Нові розроблені технології біологічно активних добавок із дикорослих ягід (чорноплідної горобини, бузини чорної, калини), які одночасно являються і барвниками, і згущувачами, і збагачувачами БАР дозволяють більш повно використовувати біологічний потенціал рослинної сировини, ніж традиційні технології без втрати БАР.

Розроблено нормативну документацію на „Функціональні антоціанові добавки – пастоподібні напівфабрикати із чорноплідної горобини, бузини чорної, калини” та желейні вироби (желе, муси, самбуки) з їх використанням „Страви солодкі з плодово-ягідної сировини”. Проведено апробацію нових технологій добавок із ДЯ у виробничих умовах на підприємствах харчування Черкаської та Полтавської областей споживспілок, Котелевської райспоживспілки, НВФ «ФІПАР» (м. Харків), ЗАТ «Фіторія» (м. Харків), на Дунаєвецькому плодово-консервному заводі Хмельницької області.



Враховуючи те, що в останні роки значно виріс інтерес до створення та споживання функціональних продуктів та добавок у міжнародній практиці та як інтенсивно проводяться наукові розробки в цій галузі, сподіваємося, що ця монографія може бути корисна перш за все для тих, хто працює в харчовій промисловості, переймається проблемами „здорової їжі”, дієтології.

Монографія призначена для спеціалістів харчової промисловості, наукових співробітників, які займаються розробкою технологій функціональних продуктів нового покоління та рекомендується в якості навчального посібника для студентів і аспірантів вищих навчальних закладів за спеціальностями «Технологія функціональних харчових продуктів», «Технологія харчування», «Технологія переробки та консервування харчових продуктів», «Технологія продуктів оздоровчого харчування», «Товарознавство та експертиза продовольчих товарів», «Технологія хлібобулочних та кондитерських виробів».

## РОЗДІЛ 1

### НАУКОВІ ТА ПРАКТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ДОБАВОК ІЗ ДИКОРΟΣ- ЛИХ ЯГІД З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБРОБКИ

Дана монографія присвячена розробці нового прогресивного способу і технологій отримання функціональних продуктів – напівфабрикатів у формі пастоподібних вітамінних добавок із дикорослих ягід (бузини чорної, горобини чорноплідної, калини) з високим вмістом антоціанових барвних речовин, вітамінів, поліфенолів і інших біологічно активних речовин. Від традиційних вони відрізняються тим, що нові технології функціональних добавок із дикорослих ягід ґрунтуються на використанні процесів попередньої обробки рослинної сировини у вихровому шару феромагнітних часток змінного електромагнітного поля, застосуванні високих і низьких температур, які дозволяють не тільки зберегти вітаміни і інші БАР вихідної сировини, але й приводять до їх більшого вилучення із ягід. Це дозволяє повніше використати біологічний потенціал сировини і застосувати добавки у виготовленні желейних страв – функціональних оздоровчих продуктів (желе, самбуків, мусів) для підвищення імунітету організму людини. Відомо, що в даний час функціональні продукти користуються великим попитом у населення в усіх країнах світу і є одним із перспективних видів харчових продуктів [7-13, 83, 84]. Функціональні продукти відрізняються високим вмістом БАР, які направлені на зміцнення здоров'я організму людини і профілактики різних захворювань при їх щоденному споживанні в ефективній дозі [1, 7, 84].

У різних країнах світу сектор функціональних продуктів, в тому числі напівфабрикатів добавок, які за міжнародною класифікацією ФАО/ВООЗ відносяться до цієї групи – це найбільш зручна форма внесення і збагачення організму людини нутрієнтами (вітамінами, мінеральними речовинами, фенольними сполуками, поліфенолами тощо). Вони бувають в формі паст, порошків, концентратів і пастоподібних напівфабрикатів та ін. [1, 2]. Світовий ринок

функціональних продуктів щорічно збільшується на 15...20% [22-34, 83, 84]. У Росії потреба в БАД та інших функціональних продуктах задовольняється всього на 3%, в Україні на 1% [1]. В зв'язку з цим актуальним є розробка технологій функціональних добавок із дикорослих ягід – бузини чорної, горобини чорноплідної та калини, які б максимально зберігали вітаміни, фенольні сполуки, поліфеноли та інші БАР вихідної сировини і отримання з їх використанням функціональних желейних страв з високим вмістом біологічно активних речовин.

В даному розділі приведений аналіз сучасного стану переробки дикорослих ягід в різні продукти, в тому числі в пастоподібні напівфабрикати добавки. Розглянуті особливості хімічного складу ягід, вміст в них антоціанових барвних речовин, фенольних сполук, пектинів і інших БАР, їх лікувально-профілактичну дію. Проаналізовані способи та технології отримання пастоподібних продуктів із дикорослих ягід та розглянуті перспективи електромагнітної обробки ягідної сировини для отримання функціональних напівфабрикатів добавок і можливість їх використання під час виробництва желейних страв на підприємствах ресторанного господарства.

### **1.1. Загальна характеристика дикорослих ягід – сировини для нових функціональних пастоподібних напівфабрикатів добавок**

Дикорослі ягоди є цінними носіями вітамінів та інших біологічно активних речовин [1-5]. На території України росте біля 100 видів плодових та ягідних рослин. Серед них особливе місце займають дикорослі ягоди – аронія (горобина чорноплідна), бузина чорна, калина звичайна тощо. Ці ягоди характеризуються високим вмістом вітамінів С, Е і  $\beta$ -каротину, фенольних сполук (антоціанів, катехінів, флавонолів та ін.), дубильних, пектинових та мінеральних речовин та ін. [1-5]. Завдяки унікальному хімічному складу вони мають всебічні лікувально-профілактичні властивості.

На даний час, у зв'язку з погіршенням екологічної ситуації в Україні, відмічено істотне зростання загальної захворюваності населення, збільшення хво-

роб шлунково-кишкового тракту, дихальної та серцево-судинної систем та ін. [6, 7]. Тому дуже гостро стоїть і потребує радикальних рішень проблема профілактики спричинених дією комбінацій стрес-агентів негативних змін у стані здоров'я різних контингентів жителів України [8-16]. Захист внутрішнього середовища організму від накопичення шкідливих речовин, в тому числі і радіоактивних, полягає в обмеженні надходження їх до організму та прискорення їх виділення [17-22]. Наукові дослідження та практика свідчать, що за допомогою правильної організації харчування людей можна досягти певного лікувально-профілактичного ефекту. Природно найперспективнішими у використанні є функціональні харчові продукти та добавки, які будуть позитивно впливати на всі механізми в організмі людини [23-34].

Систематичне вживання функціональних харчових продуктів і добавок з адаптогенною та антиоксидантною активністю здатне усунути або ослабити дизрегуляцію, нормалізувати імунний статус організму. Цей шлях видається більш фізіологічним, ніж застосування фармакологічних препаратів, імуномодуляторів прямої дії [22-34]. Слід додати, що вітаміни, антиоксиданти і адаптогени у складі природних комплексів рослинного та тваринного походження діють активніше і довше, взаємно стабілізуючи один одного та посилюючи біологічні ефекти [6, 12].

Одним із напрямків вирішення проблеми профілактики негативних змін у стані здоров'я різних контингентів є використання природних комплексів рослинного походження [35-40]. Тому особливого значення набуває використання дикорослих ягід, які мають у своєму складі крім вітамінів та мінеральних речовин, біофлавоноїди, Р-вітамінні речовини, що надають забарвлення ягодам від червоного до темно-фіолетового кольору та мають антиоксидантні і імуномодуючі властивості, які значно виділяються серед дикорослих ягід хімічним складом, лікувально-профілактичною дією. До таких ягід відносять аронію, бузину чорну, калину та ін. [2-6, 48]. В споживанні ці дикорослі ягоди використовують у свіжому і консервованому виді, як сиропи, пюре протерте або подрібнене з цукром, напої, концентровані соки, порошки, екстракти тощо [2, 3, 40-49]. Нижче

наводиться характеристика дикорослих ягід, використовувались у роботі.

**Аронія** (чорноплідна горобина) належить до роду *Aronia melanocarpa*, родини Трояндових – *Rosaceae*, який об'єднує близько 15 видів і кілька гібридних форм. В Україні культивують лише один вид – аронію чорноплідну. Це багаторічний листопадний кущ висотою до 3 м з гілками різного віку. Рослина зимостійка, світлолюбива. Плодоносить щорічно, урожайність – вище 100 ц/га [3-5]. Ягоди круглої форми, 12...15 мм в діаметрі, чорно-синього забарвлення, мають солодкий смак з терпкістю, дозрівають в серпні-вересні [3-5, 50-54]. За економічною ефективністю вирощування чорноплідна горобина перевершує інші ягідники [2]. В Україні площа під цією культурою досягає 2,5 тис. га. Для вирощування горобини чорноплідної найбільш сприятливими є Лісостеп і Полісся. Поширена чорноплідна горобина у Вінницькій, Черкаській, Волинській, Рівненській, Львівській, Закарпатській, Івано-Франківській, Житомирській, Київській, Хмельницькій, Чернівецькій, Харківській областях [50].

Плоди характеризуються високою біологічною цінністю, дуже соковиті (містять до 60 % соку), з великою кількістю антоціанових пігментів [52]. Склад плодів наступний: 74...83% води, 6,2...10,8% цукрів, 0,7...1,3% органічних кислот, 0,65...0,75% пектинових речовин, 0,35...0,8% дубильних речовин, 1,5...2,7% клітковини, йоду – 6,4...10,0 мг в 100 г, вітаміни С, Е, бета-каротин, групи В, ніацин, фенольних сполук з Р-вітамінною активністю 2000...15000 мг [2, 3, 53, 55]. Крім того, плоди горобини чорноплідної містять нерозчинні речовини: клітковину, крохмаль, білки, жири тощо [3, 5, 50-54].

Відомо, що плоди горобини чорноплідної мають антимікробні властивості. Дослідником встановлено, що дубильні речовини затримують ріст *Staphylococcus aureus* 209, *Proteus vulgaris*, *Corynebacterium michiganense* при дозуванні

1 мг/мл. Антоціаніди не діють на гриби, проте ріст деяких бактерій затримується при вмісті антоціаніда в поживному середовищі 0,2...5,0 мг/мл [56].

Встановлено лікувальну властивість плодів чорноплідної горобини, за рахунок БАР, які входять до їх складу [3, 51, 53]. Чорноплідну горобину вжива-

ють при підвищеній проникності і ламкості кров'яних капілярів: гіпертонічній хворобі, атеросклерозі, захворюваннях нирок. Органічні сполуки йоду, які знаходяться в плодах горобини чорноплідної в достатній кількості, виводять з організму холестерин, позитивно впливають на функцію щитовидної залози. Плоди чорноплідної горобини містять кристалічну речовину – сорбіт, замінник цукру необхідний діабетикам [3, 5, 51-53]. Вміст в ягодах глікозиду амігдаліну і  $\alpha$ -токоферолу, на думку дослідників, полегшують протікання нервових, серцево-судинних і шлунково-кишкових захворювань [3, 57]. Однак при споживанні плодів чорноплідної горобини і інших ягід, які багаті фенольними сполуками, варто дотримуватись обережності при призначенні хворим з підвищеним протромбінним індексом. Протипоказані плоди і сік при виразках шлунку і дванадцятипалої кишки, а також при гастриті з підвищеною кислотністю [52, 57].

**Бузина чорна** (*S. nigra* L.) відноситься до родини Жимолостевих. Розкидистий чагарник або невелике деревце висотою до 6 м, невибагливе до умов вирощування. Плоди темно-фіолетового кольору, діаметром до 5 мм, які зібрані у кетяги. Дозрівають у липні-серпні. Дозрілі плоди солодкуваті на смак зі специфічним присмаком і запахом. У ягоді міститься 3...4 невеликі кісточки. Запаси сировини значні, щорічно можна заготовляти десятки тонн квітів і плодів [50, 58]. Рослина поширена по всій території України, особливо в Лісостепу, на Закарпатті, Прикарпатті, менше в Степу, Криму, Поліссі. Промислова заготівля можлива в Київській, Черкаській, Вінницькій, Хмельницькій, Полтавській, Кіровоградській, Сумській, Тернопільській, Івано-Франківській, Львівській, Чернівецькій, Закарпатській областях [4, 50, 58].

Цінність плодів заключається в наявності великої кількості низькомолекулярних фенольних сполук та поліфенолів 5960 мг%, більшу частку яких складають антоціани. Плоди містять сухих речовин 18,2%, в тому числі цукрів 5,2...7,4%, пектинових речовин 1%, кислот 1,3%. Слід відмітити, що цукри плодів бузини, яка росте в Україні, представлені лише глюкозою [3]. До складу ягід входять дубильні речовини, вільні амінокислоти, клітковина, органічні кислоти

(яблучна, винна, валер'янова, оцтова, кавова), каротин, рутин, аскорбінова кислота, ефірні олії, слизисті речовини, камеді, віск, мінеральні солі [3, 4, 57, 59].

Плодам бузини чорної властива фітонцидність. Дослідженнями антибактеріального впливу на мікроорганізми встановлено, що ефірна олія бузини чорної в розбавленні 1:1500 стримує ріст золотистого стафілокока, а в розведенні 1:480 інактивує бактеріофаг кишкової палички. Фракції речовин фенольної природи в концентрації 20 мг/мл стримують ріст мікобактерій, дифтерійної палички і деяких пліснявих грибів [56].

Відмічено, що в свіжому виді плоди бузини несмачні, тому використовуються після технологічної переробки [4, 5, 60]. Головною кулінарною властивістю плодів бузини є вміст в них відмінного червоного барвника антоціанової природи, добре розчинного в воді [60, 61, 62]. В деяких країнах Північної Європи із плодів бузини готують фруктові супи, які споживають з печеними яблуками, кнедиками (останні можуть бути замінені підсмаженим хлібом).

Із плодів бузини чорної готують киселі, желе, муси, варення, начинки для цукерок і пирогів, приправи до супів, оцет та чайно-кавові сурогати [4, 5]. Свіжозірвані квіти мають тонізуючий аромат. Із квітів отримують напівтверду ефірну олію, яка складає 0,027...0,032% від загальної маси. Раніше квіти використовували для покращення смаку невдалих мозельських вин. Нині ними ароматизують компоти, желе і джеми, готують варення; додають в листкове тісто для надання мигдального аромату готовим виробам [3, 62]. В гомеопатії плоди бузини використовуються при алергічному реніті, мігрені, тремтінні рук, порушеннях мінерального обміну (пародонтозі, остеохондрозі) і атеросклерозі [3]. Високий вміст біофлавоноїдів обумовлює радіопротекторні, антиоксидантні, протизапальні властивості. Ягоди можна використовувати при явищах Р-гіповітамінозу, перебуванні в зоні з підвищеною радіоактивністю, при захворюваннях гіпертонічними недугами, інтоксикаціях [3, 50, 59].

**Калина звичайна** (*Viburnum opulus* L) належить до родини Жимолостевих – *Caprifoliaceae*. Калина цінна декоративна, харчова і медоносна рослина. Чагарник росте висотою 1,5...3 м, має густу крону. Плоди – червоні ягодопо-

дібні гіркі кістянки з однією плескатою насіниною. Достигають в кінці вересня. На Україні росте в таких областях – Волинській, Рівненській, Житомирській, Київській, Вінницькій, Хмельницькій, Полтавській, Тернопільській, Черкаській, Закарпатській, Кримській та ін. [50].

Із біологічно активних речовин більше всього міститься вітаміну С 6...82 мг в 100 г, дубильних та фенольних сполук 300...1660 мг в 100 г, каротину 1,4...2,5 мг в 100 г, вітаміну Е 2,0 мг в 100 г, пектинових речовин 0,4...0,65% [3-5, 20, 30]. Крім вказаного вище хімічного складу, до плодів входять хлорогенова, неохлорогенова, кавова, урсолова, ізовалер'янова, оцтова кислоти,  $\beta$ -ситостерин, фітостерин, амінокислоти [5, 50, 51, 53].

Встановлено антимікробні дії плодів калини на 15 культурах мікроорганізмів, і визначено, що сік калини зберігає антимікробні властивості протягом одного року зберігання [63]. Доведено, що настої цвіту, листя калини звичайної в 5% і 10% концентрації теж проявляють антимікробну дію, хоча за активністю поступаються антибіотикам левоміцетину і тетрацикліну в тій же концентрації [52, 56]. В харчовій промисловості використовують сік калини (вихід якого становить 76...78%), підварки, пюре протерте з цукром та ін. [42, 46, 50, 53, 76]. Висушені вижимки переробляють на борошно.

Таким чином, чорноплідна горобина, бузина чорна та калина відзначаються високим вмістом біологічно активних речовин, особливо фенольних сполук. Для ягід характерні лікувально-профілактичні властивості, тому вони можуть бути доброю основою для створення функціональних напівфабрикатів добавок в формі паст.

## **1.2. Особливості антоціанового пігментного комплексу бузини чорної, горобини чорноплідної та калини**

Бузина чорна і горобина чорноплідна, а також продукти, що отримуються із них мають фіолетове і червоно-сине забарвлення, калина має пурпурово-

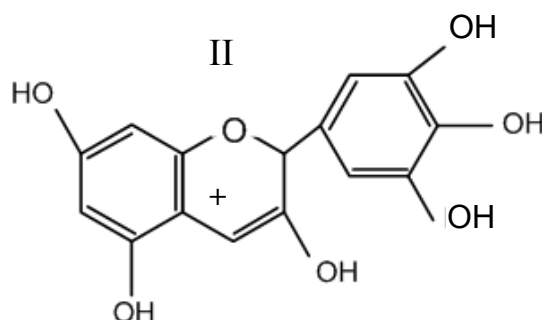
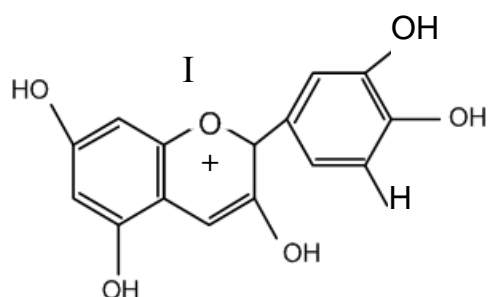


червоне забарвлення, що обумовлено наявністю специфічних барвних речовин – антоціанових флавоноїдних пігментів [71].

Барвні речовини бузини чорної, горобини чорноплідної та калини є низькомолекулярними фенольними сполуками, відносяться до біофлавоноїдів, зокрема до антоціанів, які в рослинах знаходяться в формі глікозидів. Крім того, в плодах бузини чорної, горобини чорноплідної та калини містяться флавори, флавоноли, катехіни, оксикоричні кислоти. Слід відзначити, що за вмістом антоціанів бузина чорна та горобина чорноплідна переважають всі інші рослини, які мають в своєму складі антоціанові пігменти (наприклад, черешня, смородина чорна, вишні і т.д.). Так, плоди бузини чорної містять антоціанів, барвних речовин від 4500 до 6500 мг в 100 г, плоди горобини чорноплідної від 3000 до 6000 мг в 100 г. В плодах калини вміст антоціанових пігментів менше в декілька десятків разів і знаходяться в межах 250...500 мг на 100 г [66, 67, 73].

Антоціани – це пігменти клітинного соку, вакуоль і клітинних стінок. Вони містяться в рослинах виключно в формі глікозидів, в яких залишки цукрів – глюкози, галактози або рамнози – зв'язані з забарвленим агліконом антоціанідіном, справжнім барвником. Колір антоціанів визначається хімічною структурою, оксигрупами, які входять до його складу, та чисельністю гідроксильних груп і їх положенням в молекулі [67]. Наявність різних видів антоціанів зумовлює забарвлення плодів. Серед антоціанів горобини чорноплідної переважають ціанід та його глікозидні форми: ціанідін-3-глюкозид, ціанідін-3,5-диглюкозид, ціанідін-3-галактозид [3, 50, 73]. В дозрілих ягодах бузини чорної антоціани представлені трьома похідними ціанідіна з рамнозою і глюкозою. Антоціани калини є також похідними ціанідіна [49, 71, 73].

Структурні формули антоціанідинів (агліконів) ціанідіна і дельфінідіна бузини чорної, горобини чорноплідної та калини приведені на рис. 1.1.



### Рис. 1.1. Структурні формули антоціанідинів: I – ціанідін, II – дельфінідін

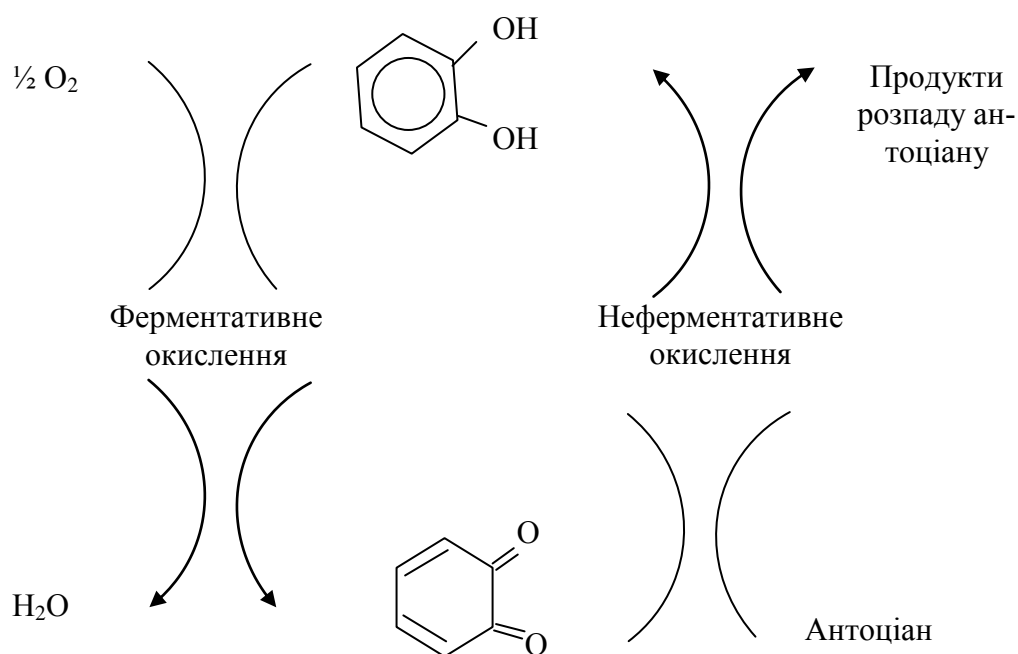
Хімічна будова всіх природних антоціанів обумовлює їх специфічний спектр поглинання в області 540 нм [67]. Вважається, що антоціани утворюються із безбарвної сполуки (лейкоформи) в результаті окислення. Знайдені безбарвні первинні стадії антоціанів, що називаються лейкоантоціанами, які під дією соляної кислоти навіть при відсутності кисню переходять у звичайні барвні речовини. Антоціани легко розчиняються у кислотах, спиртах, воді, ефірах та інших розчинниках. У результаті гідролізу (при кип'ятінні з кислотами) відбувається розпад антоціанів на різні види цукрів, які беруть участь в утворенні глікозидів і антоціанідів [67, 71].

Для флавілієвих ядер антоціанів характерна електронна недостатність, яка обумовлює їх сильну реакційну здатність, і зменшує їх стабільність в умовах різних технологічних процесів та при зберіганні готової продукції [2, 67, 71]. Стабільність антоціанів залежить від наступних факторів – наявності ферментів, від температури, наявності кисню, рН, іонів важких металів, аскорбінової кислоти, світла і т.д. [67]. Під впливом рН-середовища антоціани подібно до рН-індикаторів змінюють своє забарвлення. Наприклад, ціанідин в кислому водному середовищі має червоне забарвлення, зі збільшенням рН інтенсивність червоного кольору зменшується, при рН 6,0 колір розчину фіолетовий, при рН 8,0 – синій, при рН 10,0 – зелений, при цьому в діапазоні рН 8,0...10,0 забарвлення в порівнянні з рН 1,0 дуже нестійке [67, 71]. Гідроксилування третього атому вуглецю сильно збільшує кислотність гетероциклічного кільця, що є причиною швидкого перетворення флавілієвого катіона в безбарвні форми при рН більше 3,0 [67, 71]. При рН 4,0 проходить збліднення розчинів антоціанів і відбувається утворення псевдоформ, які дуже нестійкі при аерації і піддаються подальшим структурним змінам [67].

Ціанідін-3-глюкозид утворює забарвлені комплекси з алюмінієвими іонами, а максимальне утворення комплексу відбувається при рН 5,6. При такому

pH вишнево-червоний комплекс дуже стійкий при денному світлі, що дає можливість використовувати комплекси металів як засіб для збереження червоного кольору продуктів, які містять антоціани [67].

У багатьох харчових продуктів, за традицією, якість зв'язують з їх забарвленням за рахунок вмісту антоціанів. Цей показник є індикатором зрілості деяких плодів, а для переробки за вмістом антоціанів дають оцінку про ефективність технологічного процесу, а також умов і термінів зберігання [58, 61]. Руйнування антоціанів в плодах перед технологічною обробкою та під час технологічних процесів супроводжується порушенням цілісності тканини і клітин без інактивації ферментів, що пояснюється дією деяких активних ферментних систем, наприклад, фенолазною, антоціаназною, фенолоксидазною, поліфенолоксидазною [67, 71]. Передбачається, що знебарвлення антоціанів фенолазою в присутності катехінів відбувається в два етапи: ферментативне окислення катехінів в ортохінони і неферментативне окислення антоціанів ортохінонами до обезбарвлених неідентифікованих продуктів. На рис. 1.2 приведена схема ферментативного і неферментативного окислення антоціанів.



**Рис. 1.2. Схема ферментативного і неферментативного окислення антоціанів**

Відомо також, що під час зберігання і переробки плодів пігменти мо-

жуть руйнуватися і змінювати свій колір. Тому збереження антоціанового забарвлення є основною проблемою при зберіганні та переробці плодів і виготовленні із них різноманітних консервів [2, 47]. Для запобігання небажаних змін зовнішнього виду харчових продуктів, які містять антоціани, слід запобігати доторканню продуктів з металами, максимально скорочувати терміни теплової обробки, віддавати перевагу короткочасній обробці високою температурою з наступним охолодженням.

Традиційні методи обробки плодів бузини чорної, горобини чорноплідної та калини приводять до суттєвих втрат барвних речовин. В зв'язку з цим є необхідність пошуку новітніх методів обробки рослинної сировини з метою максимального збереження барвних речовин із бузини чорної, горобини чорноплідної та калини при отриманні із них різних продуктів, в тому числі функціональних напівфабрикатів добавок у формі паст.

Слід зазначити, що крім антоціанів у плодах бузини чорної, горобини чорноплідної та калини барвні речовини представлені також жовтими пігментами [67]. Це флавоони і флавоноли, які зустрічаються у вигляді глікозидів і являють собою низькомолекулярні фенольні сполуки та відносять до біофлавоноїдів: кверцетину, мірицетину, кемпферолу [67, 71].

Флавоноїдні барвники (антоціани, флавоони, флавоноли) проявляють бактеріостатичну дію. Кверцетин та рутин, які використовуються як харчові жовті барвники, мають антиоксидантні властивості [71].

Відомо, що антоціанові пігментні комплекси бузини чорної та горобини чорноплідної є доволі стійкими до впливу різних факторів в порівнянні з комплексами суниці, буяку столового і ін. [67, 71]. І соки та пюре із бузини чорної та горобини чорноплідної використовуються для стабілізації бурякових кріо-концентратних соків, а також для забарвлення соків, компотів з нестабільними пігментними комплексами [67].

Проте в даний час консервовані продукти і напівфабрикати із бузини чорної, горобини чорноплідної та калини не знайшли належного застосування в харчовій промисловості, на підприємствах ресторанного господарства. В даний

час не розроблені гомогенізовані пастоподібні добавки із бузини чорної, горобини чорноплідної та калини з високим вмістом вітамінів, барвних речовин, біофлавоноїдів, поліфенолів з високими споживчими властивостями. В зв'язку з цим актуальним є пошук нових методів збереження барвних речовин із бузини чорної, горобини чорноплідної та калини при отриманні різних продуктів переробки, в тому числі напівфабрикатів добавок у формі паст для виготовлення желейних страв.

### **1.3. Характеристика низькомолекулярних і високомолекулярних фенольних сполук і вітамінів бузини чорної, горобини чорноплідної і калини**

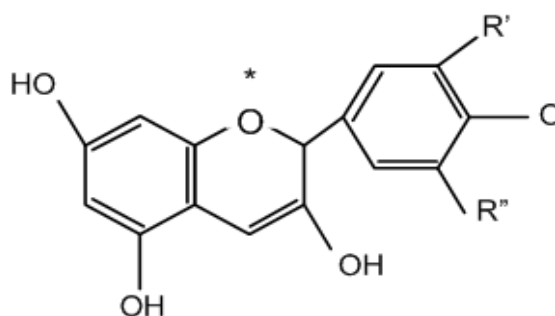
Крім вищеперерахованих барвних речовин фенольної природи ягід бузини чорної, горобини чорноплідної та калини в їх тканинах зустрічаються фенольні сполуки з різним ступенем полімеризації.

Відомо, що горобина чорноплідна, бузина чорна і калина є дикорослими рослинами з високими та різноманітними фенольним і вітамінним комплексами. Плоди містять фенольні речовини як низькомолекулярні (антоціани, катехіни, флавоноли, флавони, флавонолові глікозиди тощо) так і високомолекулярні (поліфеноли). Клас фенольних сполук різноманітний, це речовини, в молекулі яких є одне або два ароматичних кільця з однією, двома або трьома гідроксильними групами [2, 67, 71-73]. Більшість фенольних сполук – безбарвні кристалічні сполуки. Але в горобині чорноплідній, бузині чорній і калині переважають флавоноїди, які належать до самої вагомій групи фенольних речовин, що мають забарвлення (рис. 1.3).

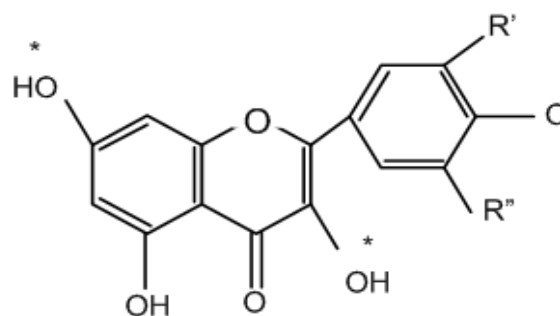
Фенольні сполуки накопичуються у вигляді складних ефірів та глікозидів. У таких ягодах як горобина чорноплідна, бузина чорна і калина переважають антоціаніди [3, 49, 50, 73]. Горобина чорноплідна за вмістом флавоноїдів немає собі рівних серед дикорослих та окультурених рослин. Флавони зосереджені в клітинних вакуолях епідермальних тканин. Флавоноли від флавонів відрізняються наявністю гідроксильної групи в положенні 3, а від антоціанів – кетон-

ною групою. Флавори і флавоноли мають близькі максимуми поглинання в ультрафіолетовій області спектру – 250...270, 350...390 нм.

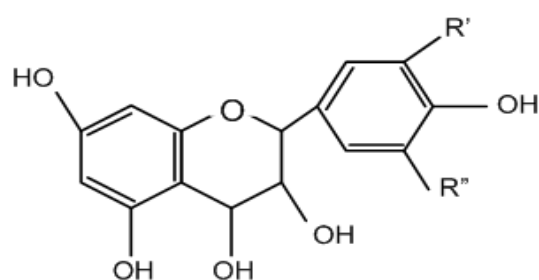
У табл. 1.1. представлений склад фенольних сполук у дикорослих ягодах. Показано, що ягоди горобини чорноплідної, бузини чорної, калини багаті на біофлавоноїди – антоціани, лейкоантоціани, катехіни, поліфеноли, тому є цінною сировиною для отримання продукції з високим вмістом біологічно активних речовин [1-5, 67, 71, 75].



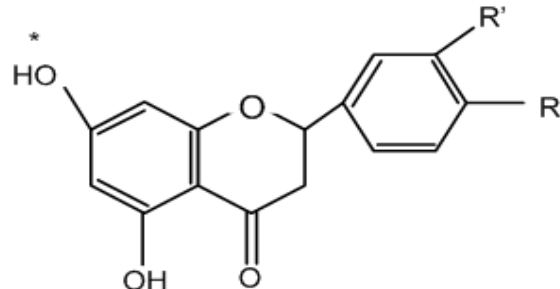
Антоціани



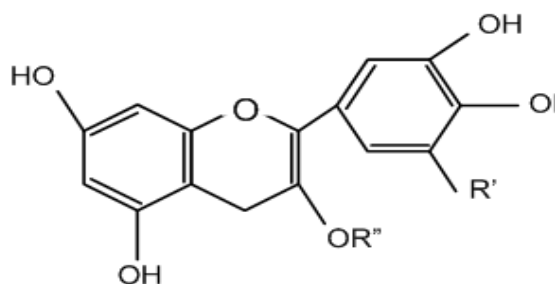
Флавоноли



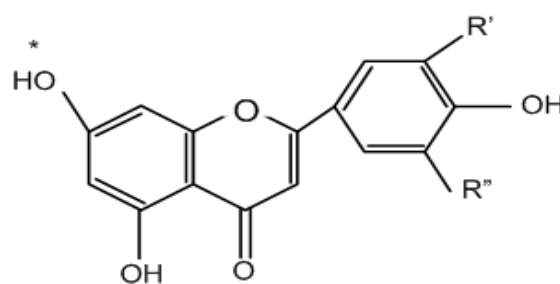
Лейкоантоціаніди



Флавонони



Катехіни



Флаволи

Рис. 1.3. Основні групи флавоноїдів (R у різних позиціях і сполученнях – H, OH, OCH<sub>3</sub>; \* позначені типові позиції, за якими утворюються складні ефі-

ри з моно- і дисахаридами)

В даний час встановлено, що найбільшу фармакологічну активність мають низькомолекулярні речовини: катехіни, флавоноли, антоціани тощо.

Таблиця 1.1

**Вміст фенольних сполук у дикорослих ягодах (мг на 100 г сирової речовини)**

Найменування фенольних сполук	Горобина чорноплідна	Бузина чорна	Калина
Антоціани	500...4500	2400	146...165
Лейкоантоціани	490...1870	130	185
Катехіни:			
– загальні	300...600	90	105...146
– вільні	150...280	90	50...90
Флавоноли	200...300	100	1540
Поліфеноли	3600	2960	1350

Спектр дії яких дуже широкий – капіляроукріплюючий, імуномодулюючий, антиоксидантний, регуляторний, протизапальний, адаптогенний та ін. [2, 3, 6, 49, 69, 70].

До низькомолекулярних органічних сполук відносять і вітаміни. Це сполуки різної хімічної природи, біорегулятори процесів у організмі людини. Плоди горобини чорноплідної, бузини чорної і калини є цінними вітаміноносцями (табл. 1.2) [3, 50, 57, 73]. Особливо багато в них міститься аскорбінової кислоти (від 10 до 170 мг на 100 г).

Таблиця 1.2

**Вміст вітамінів у дикорослих ягодах (мг на 100 г сирової речовини)**

Найменування вітамінів	Горобина чорноплідна	Бузина чорна	Калина
Аскорбінова кислота	50...170	10...49	10...74
β -каротин	1,5...6,0	0,5...1,0	1,5...2,8
Тіамін	0,01...0,03	0,07...0,08	0,01...0,03
Рибофлавін	0,17...0,02	0,01...0,20	0,01...0,02
Ніацин	0,4...0,7	0,3...0,4	0,3...0,7
Токоферол	1,5...2,2	0,6...0,9	0,3...0,5

З табл. 1.1 та 1.2 видно, що горобина чорноплідна, бузина і калина є одними з дикорослих ягід, які мають високий вміст біологічно активних речовин і можуть бути доброю основою для виготовлення добавок з високим вмістом БАР.

#### **1.4. Характеристика пектинових речовин бузини чорної, горобини чорноплідної і калини**

Ягоди бузини чорної, горобини чорноплідної і калини містять також такі біологічно активні речовини як пектини 0,3...1,5 г на 100 г сирової речовини, який володіє сорбційними властивостями, сприяє виведенню радіонуклідів із організму людини, має желейні властивості [7, 68, 75]. Пектини це високомолекулярні полісахариди і являють собою полігалактуроніди, які є складовими клітинних стінок разом з целюлозою та міжклітинних утворень [7, 68, 73-75]. Пектини рекомендовані клініцистами та дієтологами для включення в раціон харчування людям, які знаходяться в середовищі, що забруднене радіонуклідами і мають контакт з важкими металами. Для організму людини особливо шкідливі довгоживучі ізотопи цезію ( $\text{Cs}^{137}$ ), стронцію ( $\text{Sr}^{90}$ ), ітрію ( $\text{Y}^{91}$ ) та ін. [6, 7].

Комплексоутворюючі властивості пектинових речовин залежать від вмісту вільних гідроксильних груп, тобто ступеню етерифікації карбоксильних груп металом [7, 75, 77, 90]. Ступінь етерифікації визначає лінійну щільність заряду макромолекули пектину, і відповідно, силу і спосіб зв'язування катіонів (наприклад, Mn, Cu, Zn, Co, Pb, Ni, Ca, Mg і т.д.). Відомо також, що комплексоутворююча здатність не залежить від молекулярної маси пектину і збільшується з підвищенням рН-середовища [75]. Оптимальна профілактична доза пектину складає не більше 2...4 г за добу, а для осіб, які контактують з важкими металами – не менше 15...16 г. При цьому буряковий пектин відноситься до числа пектинів з найбільшою комплексоутворюючою здатністю [75]. Відомо також, що пектини із ягід (таких як червона і чорна смородина, малина і т.д.) теж мають високу комплексоутворюючу властивість [7, 75].

Переважним структурним елементом пектинових речовин є залишки галактуронової кислоти (рис. 1.4). Їх нерозгалужені полімерні блоки служать



фундаментом макромолекули пектину. Наявність у полімері такої поліуронідної основи є критерієм віднесення його до категорії пектинових речовин. Результати електронної мікроскопії свідчать, що пектин є мікрокристалічним, проте структуру пектинових речовин до сьогодні не вважають повністю встановленою [75]. Аналіз джерел інформації показує, що погляди на склад і структуру

вали-  
оди-  
галак-

цих біополімерів неодноразово зміню-  
ся. Проте положення, що структурною  
нищею пектинових речовин є D-  
туронова кислота у вільній або етери-  
фікованій формі, залишилось незмінним [75, 77, 78].

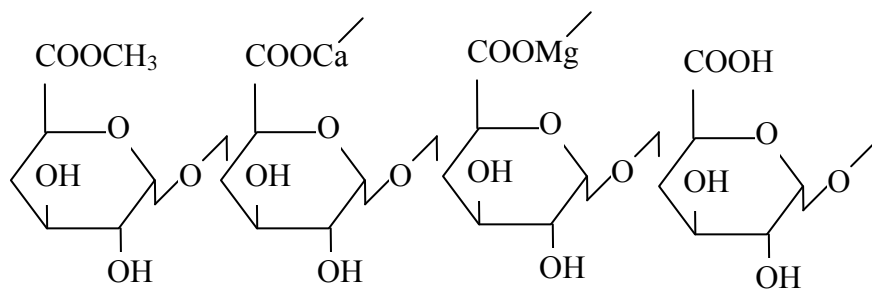
**Рис. 1.4. Пектин (полісахарид, до структури якого входять залишки галактуранової кислоти як метиловий ефір)**

Пектинові речовини зустрічаються в формі полігалактуранової кислоти, пектатів (солей галактуранової кислоти, Na-пектати, Ca-пектати, водорозчинні і нерозчинні у воді солі), в формі пектину ( в якому частково або повністю метоксильована галактуранова кислота), пектинатів (солей не повністю етерифікованого пектину), протопектину (природній водонерозчинний, зв'язаний з багатьма металами і іншими сполуками поперечно-зшитий пектин) [75]. Встановлений перелік визначає властивості пектинових речовин, що використовуються у виробництві харчових продуктів та при їх безпосередньому споживанні це комплексотворення, драглетворення, емульгування та піноутворення [74, 78, 79, 80].

В даний час у технології виготовлення продуктів харчування використо-  
вується різноманітна пектинмістка рослинна сировина, в тому числі ягоди і  
плоди, які майже не зв'язують в комплекси іони важких металів і радіонукліди.  
Це відбувається тому, пектинові речовини, які відповідають за даний ефект,

знаходяться в сировині і, відповідно, в продуктах харчування в неактивній формі рис. 1.5 [75, 81].

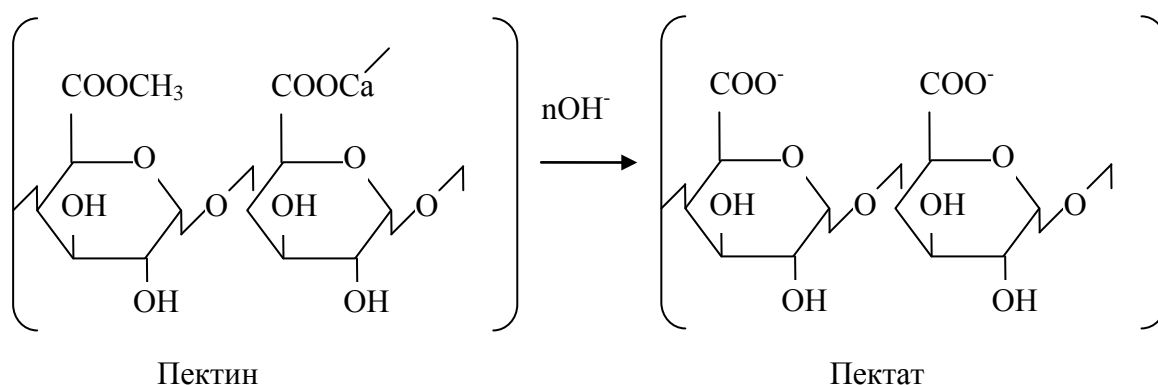
Більшість карбоксильних груп полісахаридного ланцюга вже зв'язано або з іонами металів (частіше всього з Mg і Ca), або залишками метилового і етилового спиртів. Крім того доступ до цих груп затруднений стерично іншими полімерами, наприклад, арабінами і галактанами, і мономерними молекулами вуглеводів рослинної клітини. Тому значний інтерес становить розробка технології активування пектину, який міститься безпосередньо в рослинній сировині і продуктах її переробки та отримання харчових продуктів в формі паст і порошків з підвищеною сорбційною здатністю по відношенню до важких металів і радіоактивних речовин.



**Рис. 1.5. Пектинові речовини в неактивній формі**

Технологія активування пектину ягід при отриманні паст дозволить різко знизити собівартість пектинмістких лікувально-профілактичних і захисних продуктів харчування, оскільки зникає необхідність введення в їх склад вартісних комерційних препаратів пектину, а також використовувати нативні властивості всього вуглеводного комплексу вихідної сировини.

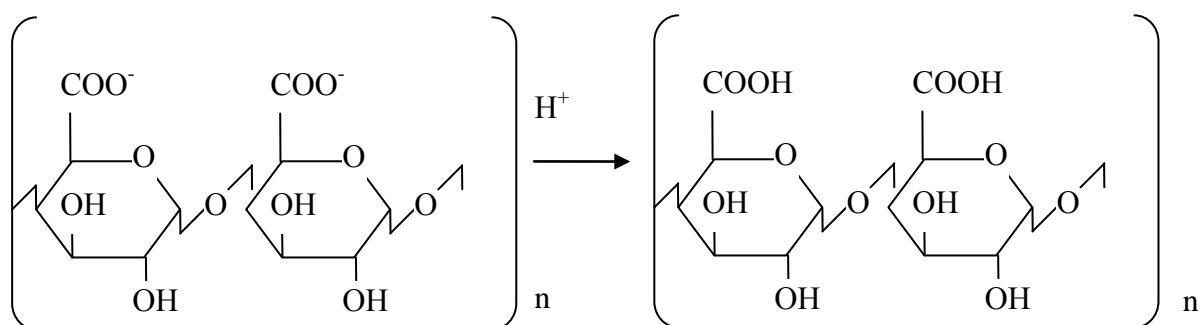
У МДТА (Московській державній технологічній академії) Голубєвим В. і Ільїною О. розроблена технологія активування пектину при отриманні овочево-фруктових паст [81]. Суть технології активування пектину заключається в наступному (рис 1.6).



**Рис. 1.6. Процес деетирифікації пектинових речовин**

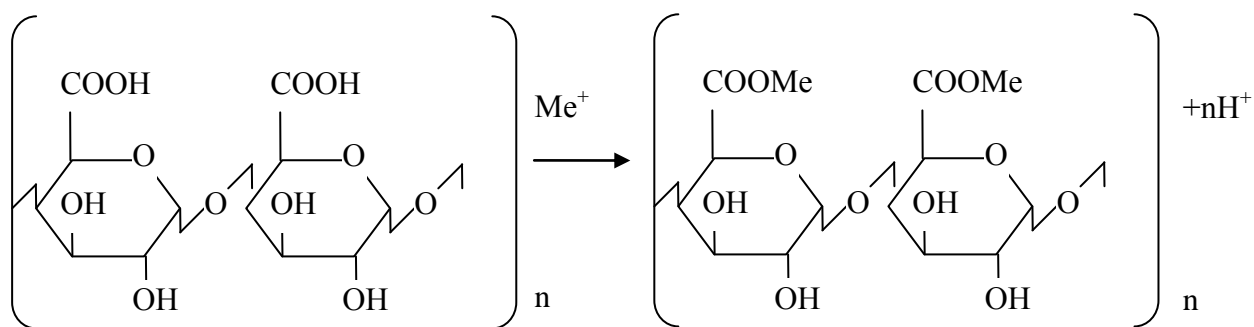
Під дією лужного розчину, наприклад харчової соди, арабінани і галактани, які створюють стеричні утруднення розчиняються, і підхід до активних функціональних груп пектинового комплексу полегшується. Самі ж пектинові речовини при контакті з лугами піддаються деетирифікації, яка заключається головним чином у відщепленні метоксильних груп.

Під дією кислот, найкращий ефект спостерігається з лимонною кислотою, молекули пектату переходять в пектову кислоту рис 1.7.



**Рис. 1.7. Процес переходу пектату в пектову кислоту під впливом кислот**

Навіть, якщо пектова кислота знаходиться гетерофазній системі, вона активно взаємодіє з іонами важких металів і радіонуклідами, утворюючи з ними нерозчинні полімерні комплекси рис. 1.8.



**Рис. 1.8. Утворення нерозчинних полімерних комплексів пектової кислоти з іонами важких металів**

Хімічна структура пектинів рослинної сировини інтенсивно вивчається більше 50 років [75]. Це питання має велике значення внаслідок того, що пектинові речовини є зв'язуючими і цементуючими агентами в клітинах рослинних тканин всіх вищих рослин, в тому числі плодів і овочів. Також вони відіграють важливу роль при їх дозріванні, зберіганні і промисловій переробці.

Більшість властивостей пектину залежить від балансу функціональних груп: ефірних, неіонізованих і іонізованих карбоксильних [74, 75]. Реакційна здатність пектинових речовин визначається наявністю в них карбоксильних і гідроксильних угруповань. Присутність вільних карбоксильних груп галактуронової кислоти обумовлює здатність пектину утворювати солі (пектинати), які не всмоктуються і вилучаються з організму. Одним із основних ефектів терапевтичного впливу є здатність утворювати стійкі сполуки з двох і трьох валентними важкими і рідкоземельними металами [6, 88-93]. Полімерний ланцюг полігалактуронової кислоти, наявність вільних карбоксильних груп та спиртових гідроксидів призводить до утворення міцних нерозчинних хелатних комплексів із полівалентними металами та виведення їх з організму. Пектинова кислота зв'язує катіони марганцю, кобальту, свинцю, нікелю, кадмію, цинку, стронцію, цезію. Встановлено, що пектин адсорбує оцтовокислий свинець сильніше за активоване вугілля [88-90].

Крім того, пектини в кишечнику зсувають рН середовище в більш кислу сторону і таким чином виявляють бактерицидну дію відносно патогенних бактерій [94]. У шлунку пектини обволікають стінки, що запобігає їх механічному

ушкодженню і несприятливій дії деяких хімічних сполук, знижують ризик виникнення запалювальних процесів слизової оболонки та виразки шлунку [75, 77]. Встановлено, що пектин є ефективним при профілактиці атеросклерозу [95].

Тому на думку багатьох дослідників [1, 2, 7, 62] доцільно використовувати дикорослу сировину, в тому числі місцеву рослинну сировину з високим вмістом біологічно активних речовин, для виробництва функціональних харчових продуктів. Тому, горобина чорноплідна, бузина чорна, калина розглядається як перспективна сировина для виробництва желейних страв.

### **1.5. Способи та технології отримання пастоподібних продуктів із дикорослих ягід**

Послабити негативний вплив на здоров'я різних негативних чинників можна за рахунок введення спеціальних добавок із рослинної сировини. Актуальними є заходи із розширення асортименту і підвищення якості і біологічної цінності продуктів харчування, зокрема пастоподібних продуктів [7, 47, 62]. На сьогодні об'єм і асортимент таких продуктів досить малий. Найбільшого розповсюдження отримало виробництво консервів дитячого і дієтичного харчування, збагачених вітамінними препаратами, мінеральними речовинами, лікарськими травами у вигляді пюре, соків тощо [7, 42, 99], незначну частку займають пюреподібні напівфабрикати з рослинної сировини.

Слід відзначити, що отримання пастоподібних продуктів із будь-якої рослинної сировини передбачає одну із головних операцій – подрібнення. Подрібнення рослинної сировини є складним фізико-хімічним процесом під час якого відбувається послідовне зменшення часток, зростання поверхні їх взаємодії з навколишнім середовищем. Щоб отримати в кінцевому результаті пюре високої якості та максимально зберегти біологічно активні речовини в процесі технологічної обробки необхідно врахувати біологічні особливості сировини. Незважаючи на відмінності конструкцій, робота всіх подрібнювачів ґрунтується на руйнуванні матеріалу способом роздавлювання, розламування, розтирання, зрізування або удару

[75, 100, 101]. Але цей метод не може бути достатньо ефективним, тому що неможливо досягти ушкодження кожної клітини рослинної сировини через їх дуже малі розміри (декілька мкм). Крім того, цитоплазма клітин різних видів плодів має неоднакову стійкість до механічного впливу. На здатність плодово-ягідних клітин протистояти механічному подрібненню впливають не тільки фізіологічні показники (в'язкість та еластичність цитоплазми), а також анатомічні показники клітинної структури. Чим вищі ці показники, тим вони стійкіші до механічного подразнення. У таких випадках для виробництва пюреподібної продукції використовують методи обробки, які забезпечують ушкодження більшості клітин – теплова обробка, заморожування та ін. [75, 100-102].

В переважній більшості виробляють плодові та ягідні пюре і плоди та ягоди протерті або консервовані з цукром, менше приправи та соуси [42, 44, 45, 102]. Пюре являє собою протерту масу розм'якшених нагріванням свіжих чи заморожених плодів і ягід. Найбільш доцільне приготування пюре із свіжої сировини. У ньому добре зберігаються корисні речовини, а грубі частини плодів і ягід видаляються при протиранні. Саме тому продукти харчування виготовлені з пюре мають високу харчову цінність. Асортимент пюре різноманітний. Найбільш поширене пюре яблучне, абрикосове, айвово, грушеве, сливово, персикове яблучне, із дикорослої сировини – брусниці, лохини, кизилу, журавлини. Їх готують купажованими або із одного виду сировини. Їх можуть використовувати як готовий продукт і як напівфабрикат [42, 45].

За традиційною технологією пюре виробляють за схемою (рис. 1.9): миття, інспекція, обробка парою 5...15 хв або бланшування у воді, протирання в подвійній протиральній машині з ситами, які мають отвори розмірами відповідно 1,5...2,0 і 0,4...0,8 мм, протерту масу консервують шляхом пастеризації, стерилізації, асептичним способом або шляхом заморожування [42, 99, 102].

Слід зазначити, що дикорослі ягоди вирізняються високим вмістом антоціанових сполук, які є нестійкими і руйнуються під впливом температури, рН-середовища та інших чинників. При виробництві пюре їх втрати проходять при бланшуванні, протиранні; найбільше зниження має місце у флавонолів до 76%,

лейкоантоціанів до 60% (з огляду на частковий їх перехід в антоціани), катехинів на 50%, антоціанів від 20 до 80% [41, 47].

Для стабілізації поліфенольних речовин при протиранні автор рекомендує проводити обробку абрикосів і слив розчином кухонної солі [104]. Шамяном С.М. встановлено хороший стабілізуючий ефект на поліфеноли слив 8...10% розчином кухонної солі, абрикосів – 3...5% розчином кухонної солі.

Інші дослідники запропонували на стадії миття витримувати дикорослу сировину в розчині кухонної солі з метою максимального видалення забруднень і радіоактивних речовин без негативних наслідків на смакові якості [105].

На Україні ведуться глибокі дослідження технологій виробництва барвних речовин з рослинної сировини і максимальне збереження їх при переробці ягід, плодів і овочів вченими ОНАХТ, ХДУХТ та інших вузів. Даною проблемою займаються провідні вчені України Павлюк Р.Ю., Безусов А.Т., Пилипенко Л.М., Тележенко Л.М., Малюк Л.П. та ін. [1, 2, 41, 43, 47-49, 107-110].



**Рис. 1.9. Технологічні схеми виробництва пюре, соусів і приправ із плодово-ягідної сировини**

Малюк Л.П. розроблені багатофункціональні напівфабрикати з рослинної сировини, соуси з високим вмістом БАР [41, 47]. Автором розроблені технологічні способи зі збереженням поліфенолів за рахунок введення рослинних і тва-



ринних добавок (крохмалю, рисового борошна, яєчного порошку, сухого молока), обробки сольовим розчином рослинної сировини та виявлено добрий стабілізуючий ефект харчових добавок (коріандру, червоного молотого перцю, цитрусового борошна). Зокрема, обробка плодів кислотнo-сольовими розчинами (4...6% лимонної кислоти і 0,5...1,0% кухонної солі при температурі 10 °С протягом 20 хв) сприяє збереженню більше 70% поліфенольних сполук та збереженню від 60 до 90% біофавоноїдів [41, 47, 106].

В ОНАХТ Пилипенко Л.М. та Тюріковою І.С. вперше проведена комплексна характеристика антоціанових пігментів ягід бузини чорної та розроблена технології концентрованих та порошкоподібних барвників із них [109, 111]. Безусовим А.Т. і Тележенко Л.М. розроблена технологія бурякового кріоконцентрату, який стабілізовано екстрактом горобини чорноплідної [110].

У ХДУХТ під керівництвом Павлюк Р.Ю. розроблені безвідходні нанотехнології отримання дрібнодисперсних порошкоподібних вітамінних БАД із столового буряку, чорноплідної горобини, чорної смородини з рекордним вмістом БАР. Технологія дозволяє не тільки зберегти всі барвні речовини та інші БАР, але й і одержати „збагачений”, наноструктурований на 30...80% у порівнянні з вихідною сировиною продукт. Від традиційних технологій одержання порошків вона відрізняється використанням нанотехнологій, яка супроводжується процесами механоактивації, механодеструкції (дрібнодисперсного подрібнення), мікрохвильової НВЧ (замість бланшування), вакуумного сушіння і сублімаційного сушіння [2, 43, 48, 49, 108, 113-115].

Порошки отримані в ХДУХТ за нанотехноогіями мають нові принципово нові споживчі властивості. Вони мають барвну здатність в 2 рази вищу, засвоюваність живими організмами в 2...3 рази кращу та наноструктуровану текстуру, тобто значна частина БАР перейшла із зв'язаного стану з біополімерами у вільний (в 1,3...2 рази) та руйнування нанокомплексів біополімерів, наприклад, білку до окремих амінокислот на 50...60% та ін. Крім того порошки мають значну кращу розчинність у воді нерозчинних компонентів. Все це покращує спо-

живчі властивості кінцевого продукту.

У ПУСКУ Хомич Г.П. і Ткач Н.І. розроблено спосіб гідролізу барвних речовин за допомогою мультиензимних ферментних композицій, які у виробництві плодових і ягідних соків мають стабілізуючий вплив на стійкість антоціанових пігментів, інших барвних речовин та підвищують вихід соку [116, 117]. Авторами встановлено, що вихід соку з бузини чорної збільшується на 19...20% при використанні комплексів ферментів пектолітичної та целюлолітичної дії – Пектофестидину 20х та Целотерину ГЗх.

Таким чином, при виробництві пюре та паст із плодів та ягід і дикорослої сировини найбільш проблемною є стадія бланшування та протирання на якій відбувається значна втрата БАР [41, 47]. Це пов'язано з тим, що плоди горобини чорноплідної, бузини чорної і калини мають товсту і тверду шкірку, міцний целюлозо-пектолітичний комплекс з БАР. В зв'язку з цим актуальним є виявлення нових методів руйнування клітин, які б сприяли інтенсифікації процесу подрібнення, максимальному збереженню лабільних речовин при виробництві пюре та пастоподібних продуктів з дикорослої сировини. В даний час сучасним є використання електрофізичних методів подрібнення сировини [119-125].

#### **1.6. Перспективи електромагнітної обробки плодово-ягідної сировини при отриманні пастоподібних напівфабрикатів – функціональних добавок із дикорослих ягід**

Відомо, що при отриманні пастоподібних продуктів, пюре, паст, соків із плодово-ягідної сировини використовується попередня підготовка сировини, яка направлена на інактивацію окислювальних ферментів, зменшення кількості мікроорганізмів і досягнення певної консистенції сировини. Для цієї мети частіше всього на виробництві в переробній і консервній промисловості плодово-ягідну сировину бланшують гострим паром або занурюють в кип'ячу воду, або розварюють у варильно-вакуумних апаратах. Це призводить до значних втрат

біологічно активних речовин від 20 до 50% [2, 47], що суттєво знижує якість кінцевого продукту. В зв'язку з цим актуальним є пошук таких методів попередньої обробки рослинної сировини, які б дозволили максимально зберегти біологічно активні речовини вихідної сировини.

В даний час для попередньої обробки сировини різного походження (як рослинного так і тваринного) та інтенсифікації технологічних процесів перспективним є використання електрофізичних методів: мікрохвильової енергії, іонізуючих випромінювань, магнітного поля та ін. [13, 14, 119-125]. В останнє десятиріччя актуальною постає проблема впливу електромагнітних полів (ЕМП) на біологічні системи, в тому числі плодово-ягідну сировину [122, 124, 125]. Відомо, що ЕМП використовується в багатьох областях хімічної, нафтової, машинобудівної та харчової промисловості, сільському господарстві, медицині [119-137]. Роботи в цьому напрямку в харчовій промисловості ведуться в Національному університеті харчових технологій Українцем А.І., Гулим І.С., Купчиком та ін., а також в Полтавському університеті споживчої кооперації України Капліною Т.В., Дубовою Г.Є. та ін. [122, 126, 127, 128]. Вченими накопичений певний досвід в дослідженнях впливу ЕМП на біологічні системи, що мають вибіркове сприйняття до дії поля [120, 142], але для промислового використання ці методи обробки сировини не застосовуються. Встановлена залежність впливу ЕМП на біологічні системи в залежності від напруження, тривалості його дії і частоти [119, 125, 139, 142].

Відомо, ще електромагнітне поле характеризується довжиною хвилі або частотою коливань, інтервали довжини радіохвиль від міліметрів до десятків кілометрів, що відповідає частотам коливань в діапазоні  $3 \cdot 10^4 \dots 3 \cdot 10^{11}$  Гц [119, 120, 124, 125]. Спектр електромагнітних коливань характеризується наступною довжиною хвиль ( $\lambda$ , м):

- довгі –  $10^3 \dots 10^4$ ,
- середні –  $10^2 \dots 10^3$ ,
- міліметрові –  $1 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-2}$ ,

– сантиметрові –  $1 \cdot 10^{-2} \dots 1 \cdot 10^{-1}$ .

Ефект впливу електромагнітного поля на біологічну систему прийнято оцінювати кількістю електромагнітної енергії, яка поглинається цією системою при знаходженні її в полі [120, 125].

Існує багато теорій і гіпотез про вплив електромагнітних полів на біохімічні процеси, які протікають в живому організмі [122, 125, 140]. Детальний огляд робіт про вплив магнітних полів на реакції в рідких та газових середовищах, на полімеризацію, каталіз і т.д. приведений в цілому ряді робіт [119, 121, 122, 129-133]. Авторами узагальнені відомості про зміни рівноваги і швидкості більшості хімічних реакцій в магнітних полях. Показано, що взаємодія магнітного поля з пара- і діаманітними молекулами, які складають основну масу клітини, характеризується енергією впливу ЕМП, яка на декілька порядків менше енергії теплового руху. Авторами зроблений висновок про те, що магнітне поле не змінює, а значить не руйнує природу хімічних зв'язків речовин взагалі, в тому числі і в біологічних системах [120, 125, 135, 140].

Вченими показано, що багато речовин біологічного походження мають рідкокристалічну структуру. Прикладом є білок міозин, який входить до складу багатьох мембран. Існують припущення, що більшість структурних елементів цитоплазми, наприклад, мітохондрії мають рідкокристалічну структуру для яких характерна анізотропія магнітних властивостей [122, 135, 142]. Крім того, вчені припускають, що рідкі кристали є магніто-анізотропними структурами клітини, вони орієнтуються під впливом магнітного поля, локалізуються в мембранних структурах клітини і відповідають за зміни проникності мембрани, яка регулює біохімічні процеси [122]. Також магнітне поле, змінюючи енергію слабких взаємодій, має вплив на надмолекулярну організацію живих структур, що в свою чергу призводить до кількісних змін в хімічних специфічних реакціях, в тому числі, де беруть участь ферменти [124]. Вчені приділяють, в даний час, значну увагу впливу електромагнітних полів на організми людей, тварин, рослин, виявленню та поясненню різних біологічних ефектів, які при цьому виявляються [134-136, 143]. Так, наприклад, під впливом ЕМП змінюється ряд

властивостей води (поверхневий натяг, в'язкість, електропровідність, діелектрична проникність та ін.) і зберігаються протягом деякого часу [138-140, 143]. Омагнічування води впливає на проникність мембран (біологічних та штучних) [140]. Електромагнітна обробка змінює ступінь гідратації іонів колоїдних та зважених частинок, впливає на іонообмінну адсорбцію [140]. Багатьма вченими встановлено, що електромагнітна обробка суттєво знижує кількість мікроорганізмів в рідких харчових системах (таких як пиво, безалкогольні напої), напівфабрикатах з м'яса, хлібобулочних виробів від 20...50% до 6...20 раз як загальної кількості мікроорганізмів, так і окремих груп бактерій, пліснявих грибів, дріжджів [125, 134, 136, 144, 145].

На думку багатьох вчених електромагнітна обробка харчових продуктів є перспективною для підвищення термінів зберігання без застосування додаткової теплової обробки і використання консервантів, які в більшості є шкідливими для організму людини. Виявлено також, що електромагнітна обробка суттєво може як знижувати ферментативну активність ферментних препаратів (наприклад, трипсину), так і активувати ферментативні системи, наприклад, хлібопекарські дріжджі [128, 143]. Встановлено, що при інтенсивності електромагнітного поля 120...160 кА/хв., і тривалості обробки 1,2...1,6 с в'язкість розчинів високо- і низькоетерифікованих препаратів із яблучного пектину підвищується на 10...12% [130]. Показано також, що напруженість магнітного поля впливає на дестабілізацію і седиментацію модельних систем, які містять пектин, в них протікають процеси аналогічні процесам при ферментативному і комбінованому освітленні плодів соків [121]. Показано, що при певному часу впливу на плодову сировину МП підсилюється його дія за рахунок активуючого впливу на його природні ферменти сировини, що сприяє інтенсифікації процесів соковіддачі і збільшення виходу соку [121, 127].

Одним із різновидів МП, які активізують біологічні об'єкти, є обертаюче електромагнітне поле, безпосередньо вихровий шар феромагнітних часток [128]. Слід відмітити, що обертаюче електромагнітне поле, локальні електромагнітні поля, які утворюються навколо феромагнітних часток, є змінними і на відміну

від постійних, їх вплив на об'єкти може відрізнятися, що є передумовою для дослідження подібного виду обробки як на біологічні системи в цілому так і на харчові продукти, в тому числі на рослинну сировину, наприклад, ягоди.

#### 1.6.1. Специфіка технологічних процесів в вихровому шарі феромагнітних часток обертаючого електромагнітного поля

У змінному електромагнітному полі може бути створений вихровий шар феромагнітних часток (поміщені в обертаюче електромагнітне поле феромагнітні частки приходять в хаотичний рух). У вихровому шарі є декілька чинників, які сприяють прискоренню процесів [14]:

- інтенсивне механічне перемішування і диспергування фаз;
- високий локальний тиск за рахунок удару часток одну об одну;
- акустичні коливання середовища, яке обробляється;
- швидкозмінне за величиною і направленістю електромагнітне поле;
- різниця потенціалів на феромагнітних частках призводить до явищ електролізу.

Крім того, в окремих випадках спостерігається обрив полімеризації і отримання низькомолекулярних сполук [134, 135]. Аналіз літературних даних з використання пристроїв магнітної обробки рідких середовищ показав, що в кожному конкретному випадку відбувається омагнічування, нагрівання або перемішування середовища, що активується, а комплексний вплив всіх чинників відсутній [121, 122, 133, 135]. Розроблені в останні роки нові апарати, які використовують принцип вихрового шару, дозволяють інтенсифікувати цілий ряд технологічних процесів за рахунок комплексного впливу на речовини, що обробляються, інтенсивного перемішування і диспергування, акустичної і електромагнітної обробки, тертя, високого локального тиску, електролізу [119]. Вихровий шар являє собою складний хаотичний рух, який створюється феромагнітними нерівновісними частками, які поміщені в обертаюче електромагнітне поле достатньої напруженості. В ВШ мають місце складні фізичні, хімічні і механічні

явища, які до теперішнього часу недостатньо вивчені [119, 144].

Загальний вид вихрового шару феромагнітних часток обертаючого ЕМП в апаратах типу ВА показаний на рис. 1.10 [119]. Із фотографії видно складний рух феромагнітних часток, які поміщені в обертаюче ЕМП достатньої напруженості. Під впливом електромагнітних сил феромагнітні частки в ВШ здійснюють складний рух з частими і різкими змінами величини і напрямлення швидкості як в поступальному так і обертальному русі. Одним із основних параметрів апаратів, які використовують принцип ВШ є величина магнітної індукції в центральній частині розточки індуктора. Величина індукції визначається швидкістю перемішування і диспергування фаз, швидкістю хімічних реакцій в зоні вихрового шару. Досвід проведення в АВШ технологічних процесів дає можливість визначити доцільний інтервал величини індукції в інтервалі  $0,08 \dots 0,2 \text{ Тл}$  [119]. Для практичного використання вихрового шару феромагнітних часток останні, як правило, поміщують в робочу камеру, навколо якої розміщують пристрій, що створює в робочій зоні обертаюче електромагнітне поле [119]. Перспективними є апарати типу ВА-100 і АВШ-100 з використанням ВШФЧ обертаючого електромагнітного поля.



**Рис. 1.10. Загальний вид вихрового шару феромагнітних часток обертаючого електромагнітного поля в апараті ВА-100 (зйомка проведена кінокамерою СКС-1М з допустимою здатністю 1000 кадрів за секунду)**

Встановлено, що характер руху феромагнітних часток залежить від багатьох факторів – швидкості обертання і напруженості МП, яке створюється індуктором, маси, форми, розмірів і магнітних властивостей часток, в'язкості середовища [119, 144]. Навіть на порівняно великій відстані від вихрового шару величина звукового тиску в воді достатньо велика (до 98 кПа для частоти 12 кГц), і механічний вплив на середовище, яке обробляється в вихровому шарі може мати суттєвий вплив на швидкість різних фізичних, хімічних, біохімічних процесів [119]. Рядом авторів встановлено, що дії акустичних хвиль на поверхні частинок твердої фази, в тому числі феромагнітних часток, створюють кавітацію [119]. Газові пухирці, які утворюються при кавітації під впливом ультразвукових хвиль піддаються пульсації з певною частотою. Коливальний, обертальний та поступальний рух феромагнітних часток, а також обертання всього вихрового шару в цілому забезпечують інтенсивне перемішування речовини, що обробляється як в мікро-, так і в макрооб'ємах. В місцях співудару феромагнітних часток може виникати тиск до тисячі мегапаскаль. В зоні удару створюються умови для протікання таких фізичних і хімічних процесів, які в звичайних умовах ускладнені або неможливі. Тобто деформується кристалічна решітка твердих тіл, різко збільшується хімічна активність, ступінь дисоціації і т.д. Отже, дія вихрового шару на різні системи може привести до суттєвої зміни стану цих систем [119]. Однак робіт в цьому напрямку дуже мало і вони носять розрізнений і суперечливий характер.

В роботах ряду вчених показано, що електромагнітне поле ВШФЧ є одним із чинників, які приводять до активації фізико-хімічних процесів в обробленому середовищі і механізм їх дії носить складний характер, який до теперішнього часу не виявлений. Чисельними експериментами доказано, що в АВШ відбувається значне прискорення всіх хімічних реакцій: окислювально-відновних, реакції сполучення, полімеризації та поліконденсації [119, 127, 128, 140]. Показано також, що електромагнітне поле ВШ призводить до орієнтації молекул мономеру, зміні їх хімічної активності, а за рахунок різниці потенціала



лів на феромагнітних частках має місце електрохімічне ініціювання процесу полімеризації, в результаті чого процес значно прискорюється [127, 128, 140]. Крім того, було показано також, що в умовах ВШ в місцях високого тиску і сильних ЕМП руйнуються положення електрохімічного потенціалу [119, 140]. В ВШ також активно протікають реакції заміщення за рахунок електролізу на феромагнітних частках. Активний рух феромагнітних часток можливий тільки до певно ступеня заповнення робочої зони камери цими частками [119].

Можливість використання ВШФЧ обертаючого електромагнітного поля для інтенсифікації процесу соковіддачі, збільшення виходу соку із важкосоківіддаючої сировини – ягід чорної смородини і слив на 25...26% в порівнянні з традиційною технологією була доведена в ОНАХТ і ПУСКУ Безусовим А.Т., Хомич Г.О. і Дубовою Г.Є. [127]. Використання електромагнітної обробки в ВШФЧ ягід дозволило авторам не тільки збільшити вихід соку, але і отримати сік високої якості. Крім того, рядом вчених різних наукових шкіл показано, що ВШФЧ є ефективним джерелом енергії, здатним цілеспрямовано впливати на процеси обробки продуктів [120, 144, 145]. Можливість використання ВШФЧ, замість бланшування, для попередньої обробки дикорослих ягід з метою збереження БАР, а також зменшення загальної кількості мікроорганізмів при достатньому руйнуванні плодової тканини при отриманні пастоподібних функціональних добавок не вивчені.

В зв'язку з цим в даній монографії розглянуто можливість для попередньої обробки дикорослих ягід перед отриманням пастоподібних функціональних добавок використовувати обробку в ВШФЧ в апараті ВА-100, який використовується в промислових масштабах на підприємствах хімічної промисловості.

### **1.7. Аналіз технологій желейних страв на основі плодово-ягідної сировини та характеристика драглеутворювачів для їх виготовлення**

Серед широкого асортименту солодких страв особливе місце належить стравам з драглеподібною структурою, желе, мусам, самбукам, іншим десертам

[147-154]. Желе – солодка страва, за зовнішнім виглядом це прозора маса драг-леподібною консистенції. Найбільш широко відомим є желе із свіжих плодів або ягід, містить 16% цукру та 3% желатину від загальної маси страви. Такий вміст цукру надає желе солодкого смаку і високу калорійність – 124...130 ккал [154].

Мус відрізняється від желе тим, що збивається у пишну пористу масу, яка добре зберігає злегка пружну форму. Колір мусу більш блідий за вихідний продукт. Найбільш розповсюджені види мусів із свіжих плодів і ягід: журавлини, суниць, цитрусових та пюре; вміст желатину в яких 2,7% [154].

Самбук являє собою мус із фруктового або ягідного пюре з додаванням яєчного білка та желатину як структуроутворювачів. Готується в основному із яблук, абрикос і кураги, вміст желатину 1,5% [154].

Основними задачами при виробництві солодких страв: желе, мусів та самбуків є підвищення їх харчової та біологічної цінності і термінів зберігання, зниження калорійності та зменшення кількості желатину, як основного драглеутворювача, що використовується в харчуванні [156-165]. Для зменшення кількості драглеутворювача пропонуються різні прийоми. Запропоновано способи модифікації желатину з введенням добавок солей органічних кислот і багатоатомних спиртів [150, 153], комбінування з іншими драглеутворювачами [159-163], використання фруктових соків [154, 157, 158], овочевих, фруктових пюре [159, 160].

З цієї точки зору великий практичний інтерес становить розгляд властивостей драглеутворювачів для виробництва солодких страв та зміни технологічних властивостей при взаємодії декількох драглеутворювачів різної природи [150-160]. Желейні страви користуються широким попитом серед населення, при цьому у них використовують драглеутворювачі, які є дефіцитними для України. Тому в завдання даної роботи входить замінити частину дефіцитного драглеутворювача на більш дешевий. Сировинна база України багата на цінні дикорослі ягоди, які містять пектинові речовини (що є природним драглеутворювачем) [166, 167]. До того ж плоди горобини чорноплідної, бузини чорної і калини можуть бути використані не тільки як часткові структуроутворювачі,

але і як поліпшувачі кольору та збагачувачі БАР желейних страв. При виробництві желейних страв на підприємствах ресторанного господарства використовують переважно желатин, і в дуже рідких випадках пектин, агар, агароїд і т.п.

Желатин – водорозчинний полімер білкової природи, який утворюється в процесі деструкції колагену лужним або кислотним способом [168]. Використовується як драглеутворювач з драгле - та піноутворювальними властивостями. Процес одержання желатинової маси відбувається в чотири стадії:

I стадія – до початку розчинення система складається із чистих компонентів: низькомолекулярної рідини (води) та полімеру (желатину);

II стадія – набрякання; молекули низькомолекулярної рідини проникають в полімер, який занурений в неї. Процес пояснюється гнучкістю ланцюгів молекул полімерів, тому маленькі молекули розчинника, проникаючи в полімер, розсовують ланки полімеру один від одного, тим самим розпушуючи його. Відстані між молекулами в полімері стають більшими, що супроводжується збільшенням його об'єму;

III стадія – по мірі набрякання об'єм полімеру і розчинника між молекулами збільшується настільки, що макромолекули починають відриватись одна від одної і переходити в шар низькомолекулярної рідини;

IV стадія – розчинені молекули полімеру рівномірно розподіляються по всьому об'єму системи, утворюючи гомогенний розчинений гель, тобто систему полімер-розчинник, в якій існує просторова сітка із достатньо стійких зв'язків. На цій стадії проводиться контроль показників якості та структурних властивостей розчиненого желатину. Гелі, що утворені на основі використання желатину, являють собою в'язко еластичні рідини. При охолодженні водних розчинів желатину до температури нижче 40°C спостерігаються деякі характерні зміни: збільшується в'язкість, яка залежить від концентрації желатину, рН-середовища і іонної сили, розчин стає більш мутнішим і поступово перетворюється на гель. Спочатку відбувається утворення асиметричних ланцюгових елементів, встановлення міжланцюгових контактів, збільшення кристалічності або

упорядкованості желатинових систем [169]. Тобто в результаті охолодження розчину желатину спочатку відбувається внутрішньомолекулярна перебудова частини пептидних ланцюгів із статистичного клубка в колагеноподібні спіралі. Повільне утворення міжланцюгових контактів в желатинових розчинах сприяє більшому упорядкуванню взаємодіючих сегментів усередині окремої молекули за рахунок водневих зв'язків. В результаті виникнення великої кількості міжмолекулярних зв'язків із пересичених розчинів желатину утворюються агрегати макромолекул, що призводить до розвитку великих кристалів, в яких ланцюги вибудовуються на відносно великих відстанях і утворюють грубі сітки [169]. Але в інтерпретації поняття молекулярної поверхні білка є багато невизначеностей. Теоретичне обґрунтування формування гідратних шарів на молекулах желатину модельних зразків досліджували Козлов С.Г., Побєдаш Н.В. [170]. Авторами розраховано, що на поверхні однієї повністю витягнутої молекули білка може знаходитись від 18629 до 28016 зв'язаних молекул води, а на поверхні молекул 1 г желатину  $1,418 \cdot 10^{23}$  зв'язаних молекул води. При збільшенні масової частки желатину у розчині кількість вільних молекул води внаслідок її сорбції на желатині зменшується, і існує можливість настання такого стану системи, при якому вся вода буде знаходитись в моношарі на поверхні білка.

Пектинові речовини є полісахаридами і утворюють гелі різного складу, що відрізняються між собою за фізико-механічними властивостями. Форма пектинових макромолекул у розчині – спіралеподібна чи клубковидна й обумовлена її іонним характером. Збільшення ступеня дисоціації карбоксильних груп під впливом різних факторів призводить до збільшення сил відштовхування між ними, що викликає випрямлення молекули, збільшення її лінійних розмірів. Пектинові речовини здатні коагулювати з розчину й утворювати гель. Їх коагуляцію можна викликати додаванням спирту, ацетону й інших водовіднімаючих засобів. Дія цих осаджувачів полягає в тому, що вони знімають з пектинових речовин гідратну оболонку, що перешкоджає з'єднанню їх між собою [172].

Перехід золю пектину в гель спостерігається також при додаванні солей

полівалентних металів. При цьому високомолекулярні аніони пектину з'єднуються з катіонами полівалентних металів, що врівноважують їхній електричний заряд [150, 153]. При охолодженні пектинового золю рухливість часток пектину зменшується. Під дією флуктуації в окремих ділянках розчину може накопичуватися велика кількість дегідратованих, позбавлених електричного заряду молекул пектину. Останні асоціюються один з одним через десольватовані ділянки. Сили притягання часток зосереджені на їхніх кінцях, що сприяє утворенню просторової сітки. Кислотно-цукрові пектинові драглі утворюються побічною валентністю, тобто за допомогою водневого зв'язку [75, 77].

У результаті такої взаємодії між пектиновими частками утворюється сотова структура, що пронизує всю масу. Вільний простір структурного каркаса заповнюється дисперсійним середовищем, що адсорбційно зв'язується із сіткою каркаса і твердне разом з дисперсійною фазою колоїдного розчину в одну суцільну масу без видимого поділу фаз. Однак цей зв'язок не міцний, і при відомих умовах рідку фазу можна відокремити (наприклад, центрифугуванням). Після формування гелю відбувається поступове зміцнення просторової сітки за рахунок взаємодії полярних груп макромолекул, іонізованих груп, що несуть електричний заряд різного знаку. При цьому відбувається упорядкування окремих ділянок молекул. Ці ділянки звичайно орієнтуються паралельно одна одній, таке орієнтування сприяє зменшенню вільної енергії системи [75, 172]. Пектин високої якості утворює у гелях довгі і міцні нитки, що робить гель еластичним. Крім того, утворюється більш густа сітка каркасу, завдяки чому щільніше утримується рідка фаза гелю. Слабко драглеутворюючий пектин дає більш короткі нитки, менш густу сітку, що робить гель слабким, здатним до синерезису [75, 78, 172].

Драглеутворювачі (полісахариди чи білки) в технологіях виконують крім структурної функції, фізіологічну та функцію регулювання смаку і запаху.

В формуванні смаку і запаху харчових продуктів полісахаридам відводиться більш важлива роль. Змінюючи реологічні властивості систем, вони здатні змінювати сенсорні сприйняття смакових і ароматичних речовин [173,

174]. Навіть при споживанні продуктів з пониженим вмістом жиру і сахарози полісахариди здатні забезпечити повноту смакових відчуттів [175, 176].

До фізіологічних функцій полісахаридів відносять здатність карбоксил-містких речовин (пектинів, альгінатів) виводити із організму іони важких металів, в т.ч. і радіоактивні ізотопи [74, 75, 77, 177]. Але вони не являються енергетичним компонентом їжі. Разом з цим, лігнін, геміцелюлози відіграють роль баластних речовин в організмі людини [178, 179].

Структурні функції охоплюють реологічні, осмотичні, фізико-хімічні та інші властивості систем, утворюючи і стабілізуючи піни, емульсії, суспензії і т.д. Для регулювання структури, реологічних властивостей, колоїдної стабільності харчових продуктів, крім желатину, як добавки широко використовують полісахариди рослинного і мікробіального походження [161, 180, 192]. Якості полісахаридів визначаються формою і розмірами макромолекули в розчині, і їх змінами під впливом різних чинників (температури, добавок, механічної дії тощо) [150, 151, 184-186, 193, 194].

Більшість драглеутворювачів являються поліелектролітами. Багато полісахаридів несуть сумарний негативний заряд на всьому інтервалі значень рН. В той же час білки (желатин, казеїн) є поліамфолітами, тобто вище ізоелектричної точки вони можуть мати негативний заряд, а нижче – позитивний. Отже, при значенні рН нижче ІЕТ відбувається взаємодія від'ємно заряджених молекул полісахаридів з позитивно зарядженими молекулами білка. Утворюється білково-полісахаридний комплекс. Желе, які утворюються при взаємодії кількох драглеутворювачів називаються комплексними. Такий тип желе глибоко вивчений Бунгербер де Йоганном на прикладі комплексних желе желатину і гуміарабіна [184]. Желе отримуються при значенні рН нижче ІЕТ ( $pH = 3,7$ ). Відповідно до цього ж типу віднесені і комплексні желе пектину і желатину при рН нижче ІЕТ желатину ( $pH = 4,85$ ) [147].

Чумак І.Я. детально досліджено комплексні желе желатину з низько- та високоетерифікованим пектином [147]. Автором встановлено, що пектин здатен

утворювати з желатином желе в інтервалі значень рН від 2,5 до 4,75. В результаті цього процесу утворюється нова сітка. В утворенні структури беруть участь зв'язки різної природи: міжмолекулярні, які характерні для желе желатину, іонні, що утворюються протилежно зарядженими групами желатину і пектину, і, вірогідно, гідрофобні взаємодії неполярних груп желатину або желатину і пектину.

До змішаних желе відносять системи, які утворюються желатином та низькоетерифікованим пектином в області рН вище ІЕТ. Властивості змішаних желе: желатину і альгінату натрію (альгінату кальцію) вивчалися авторами [152, 181, 188]. Показано, що для їх властивостей при рН вище ІЕТ характерним є наявність двох незалежних просторових сіток. Із підвищенням температури показник міцності змішаних желе в області 30°C сягає максимального значення. Цей факт пояснюється багатоступеневим характером сітки желе з желатином.

Деякими авторами детально досліджувались взаємодії желатину з альгінатом натрію і пектином [147, 150, 151, 162], продемонстровано утворення комплексних желе. Показано, що їх температура плавлення вища ніж температура плавлення желе з желатином і залежить від величини рН виділення нерозчинних комплексів. Желе, які отримуються із розчинних комплексів, можуть переходити із термооборотного стану в термонеоборотний. Це перетворення пояснюється зміною характеру зв'язування желатинових лігандів від моноядерного (одна молекула желатину зв'язується з однією молекулою полісахаридів) до поліядерного (одна молекула желатину зв'язується більше ніж із однією молекулою полісахаридів).

Розроблена технологія драглів на основі карагінана і пектину, які при певних співвідношеннях утворюють гелеву структуру, що міцно утримує воду за рахунок водневих і гідрофобних зв'язків [192]. Широко використовуються змішані системи желатину та пектинових речовин для виробництва желейних виробів, мармеладу [159, 160, 189, 190].

Для виробництва солодких страв (білкового заварного крему, крему

„Пташине молоко”) рекомендується використовувати системи на основі альгі-нату натрію і желатину [152], пектину і желатину [45, 147, 159, 172]. Органолептичні і структурно-механічні властивості таких продуктів вищі, чим при використанні одного традиційного драглеутворювача [147, 152, 181].

У виробництві збитих солодких страв (мусів, самбуків) желейну масу збивають у піну. Піна є термодинамічною нестійкою системою, для якої характерна розвинута поверхня розділу фаз. Для надання стійкості додають піноутворювачі, наприклад желатин. Встановлено, що розчини желатину проявляють найменшу пінотворну здатність в ІЕТ, але при цьому піна найбільш стійка [172]. Високе піноутворення відмічено у розчинах желатину при рН 4,5, при рН близько 1,0 цей показник дещо підвищується.

До поверхнево-активних речовин, по відношенню до води, є органічні речовини, які розчиняються в ній: желатин, агар, яєчний, молочний білок і т.д. Вони утворюють міцні напівтверді адсорбційні плівки [163, 172]. Для підвищення стабільності піни у пастильних виробках в суміш вводять яблучне пюре. Вважають, що розчинний пектин яблучного пюре адсорбується в плівці повітряних пухирців піни і сприяє збільшенню міцності плівок [172, 184].

В кислому середовищі має місце зниження заряду молекул желатину та білково-полісахаридного комплексу. Зниження заряду сприяє адсорбції компонентів системи в міжфазному шарі, особливо компонентів з меншою величиною заряду: желатину і білково-полісахаридного комплексу. Між цими речовинами посилюється взаємодія, внаслідок чого об'єм і стійкість піни для систем желатину і пектину в кислому середовищі перевищує об'єм і стійкість піни для розчинів желатину [159, 172].

При використанні плодово-ягідного пюре одержано оптимум піноутворення і стабілізації піни при вмісті в пюре 11...15% сухих речовин, до складу яких входять пектинові речовини [193].

Згідно з дослідженнями авторів [45, 172] температура має вплив на спінювання розчинів желатину з пектином. З підвищенням температури розчинів



до 50°C в'язкість рідкої фази зменшується, показник піноутворення зростає, але піна швидко руйнується. Слід відмітити, що піни із розчинів желатину з пектином має підвищену стійкість при зберіганні в зв'язку з їх здатністю утворювати желе при низьких температурах.

Тому, вибираючи драглеутворювач треба прагнути щоб його концентрація в продукті і відповідно витрати були мінімальні, і в той же час забезпечували необхідні фізико-хімічні властивості продукту. Це диктується не тільки економічними міркуваннями, але й тією обставиною, що зниження концентрації драглеутворювача сприятливе для його сумісності з іншими драглеутворювачами [184]. Тому комбінуючи драглеутворювачі можна цілеспрямовано змінювати функціональні властивості продуктів [150-153, 161, 172, 183]. Слід додати, що драглеутворюючою здатністю володіє фруктово-ягідна сировина, яка отримана з плодів технічної зрілості, коли відбувається гідроліз протопектину і перетворення його в пектин [75]. Використання комбінованих систем структуроутворення для виробництва солодких страв сприятиме збагаченню пектиновими речовинами, для яких характерні лікувальні та антитоксичні властивості та підвищать харчову цінність солодких страв (желе, мусів та самбуків).

Таким чином, аналіз науково-технічної літератури, яка стосується проблеми створення натуральних функціональних добавок в формі паст із дикорослих ягід з високим вмістом БАР показав, що промисловість випускає пюре із горобини чорноплідної і калини в незначній кількості. Із бузини в більшості виробляють барвні речовини в формі концентрату, соків. Найбільш проблемною в технології виробництва пюре та паст є стадія бланшування та протирання. Тому актуальною є розробка технології пастоподібних добавок із дикорослих ягід, яка б дозволила максимально зберегти біофлавоноїди та інші лабільні речовини. Аналіз літературних джерел показав, що перспективним є спосіб електромагнітної обробки сировини в ВШФЧ, який дозволить отримати продукт з високим вмістом БАР і новими функціональними властивостями. Визначено, що практично відсутні дані щодо впливу ВШФЧ на пектинові речовини, біофлавоноїди.

Виявлено, що одним із різновидів МП, які активізують біологічні об'єкти, є обертаюче електромагнітне поле, безпосередньо ВШФЧ. Разом з тим обертаюче електромагнітне поле, локальні електромагнітні поля, які утворюються навколо феромагнітних часток, є змінними, і на відміну від постійних їх вплив на об'єкти може відрізнятися, що є передумовою для дослідження такого виду обробки як на біологічні системи в цілому, так і на харчові продукти, в тому числі на рослинну сировину, наприклад, ягоди.

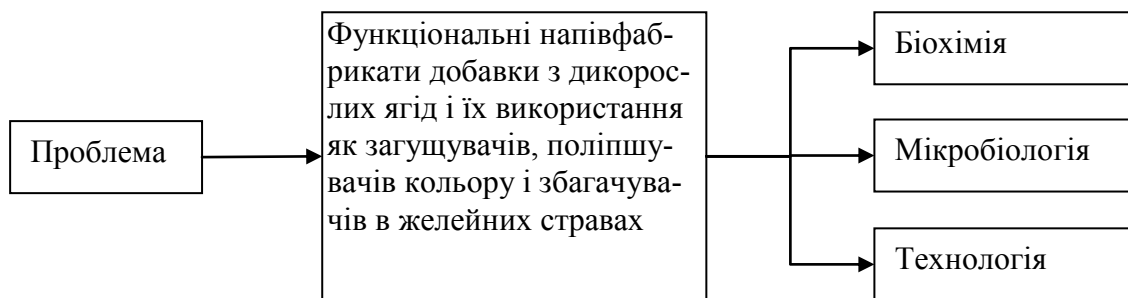
Не вивчено можливість використання ВШФЧ замість бланшування для попередньої обробки дикорослих ягід з метою збереження БАР, а також зменшення загальної кількості мікроорганізмів при достатньому руйнуванні плодової тканини при отриманні функціональних напівфабрикатів добавок. В зв'язку з цим в даній роботі розглянуто можливість для попередньої обробки дикорослих ягід перед отриманням функціональних напівфабрикатів добавок використовувати обробку в ВШФЧ змінного ЕМП в апараті ВА-100, який використовується в промислових масштабах на підприємствах хімічної промисловості.

В задачу даної роботи входила розробка науково обґрунтованої технології отримання і зберігання функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід та їх використання як збагачувачів БАР, загусників та натуральних поліпшувачів кольору під час виробництва солодких страв – оздоровчих продуктів, впровадження рузкльятів у практику.

На рисунку 1.11 приведені основні етапи вирішення поставлених задач з проблеми отримання нових функціональних добавок у формі паст з ДЯ з використанням обробки у ВШФЧ обертового електромагнітного поля.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні задачі досліджень:

- провести комплексні дослідження виявлення закономірностей і механізму впливу попередньої обробки дикорослих ягід у вихровому шарі феромагнітних часток змінного електромагнітного поля, що супроводжується механодеструкцією, на антоціанново-пігментний комплекс та інші БАР та їх спектральні характеристики;



### Етапи вирішення

- 1 Комплексне дослідження виявлення закономірностей і механізму впливу обробки дикорослих ягід у вихровому шарі феромагнітних часток змінного електромагнітного поля на антоціаново-пігментний комплекс і інші БАР та їх спектральні характеристики
- 2 Вивчення впливу обробки ДЯ в ВШФЧ змінного електромагнітного поля на активацію та трансформацію пектинових речовин, целюлози дикорослих ягід і їх желейні властивості, та виявлення механізму цього процесу
- 3 Виявлення впливу обробки ДЯ в ВШФЧ змінного електромагнітного поля на їх бактеріальну і грибну мікрофлору
- 4 Розробка технології отримання функціональних пастоподібних напівфабрикатів добавок із ДЯ з використанням попередньої обробки в ВШФЧ, розробка раціональних технологічних режимів їх виробництва та зберігання, вивчення якості, апробація в промислових умовах
- 5 Розробка технології желейних страв з використанням напівфабрикатів із ДЯ в якості збагачувачів, поліпшувачів кольору та загусників, вивчення їх товарознавчих характеристик і якості в процесі зберігання, апробація в промислових умовах, розробка НД

**Рис.1.11. Етапи вирішення проблеми отримання і зберігання функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід і їх використання як збагачувачів БАР, загусників і поліпшувачів кольору у виробництві желейних страв**

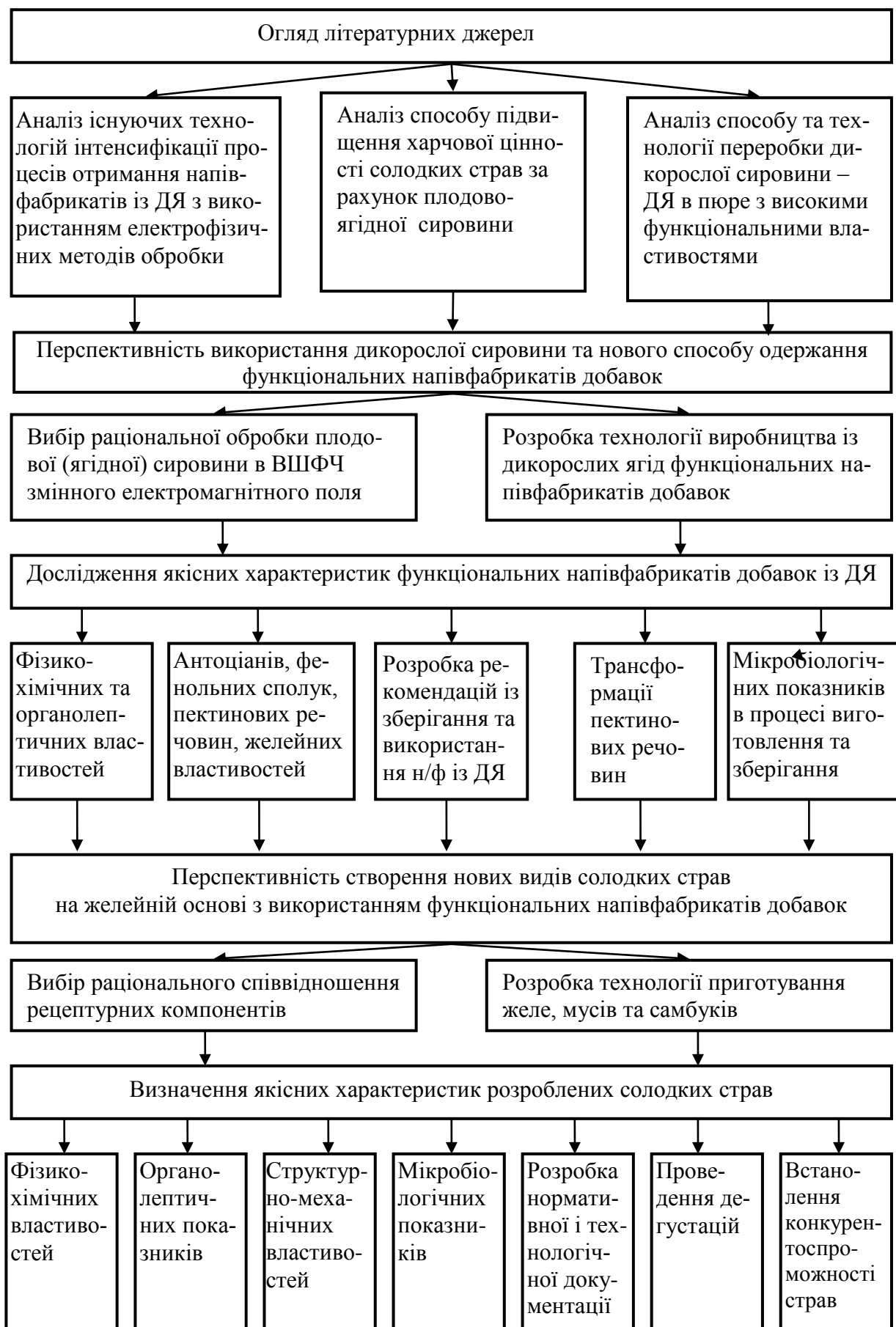
- виявити вплив обробки у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на трансформацію пектинових речовин, целюлози дикорослих ягід, їх желейні властивості та виявити механізм цього процесу;

- виявити вплив обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на їх бактеріальну та грибну мікрофлору;

- розробити технології отримання функціональних напівфабрикатів добавок із ДЯ з використанням попередньої обробки у ВШФЧ змінного електромагнітного поля, раціональні технологічні режими їх виробництва, зберігання, вивчити їх якість, провести апробацію в промислових умовах, розробити нормативну документацію;

- розробити рецептури та технології желейних страв із використанням функціональних напівфабрикатів добавок із ДЯ як збагачувачів, барвників та згущувачів, вивчити їх хімічний склад та якість в процесі зберігання, здійснити апробацію в промислових умовах, розробити нормативну документацію.

На рисунку 1.12 наведено загальний план теоретичних та експериментальних робіт, які викладено в даній монографії.



**Рис. 1.12. Загальний план теоретичних та експериментальних робіт.**

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРОБКА НАУКОВИХ ОСНОВ ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ–ДОБАВОК ІЗ ДИКОРΟΣЛИХ ЯГІД З ВИКОРИС- ТАННЯМ ДЛЯ АКТИВАЦІЇ БАР ФІЗИЧНОГО МЕТОДА

Даний розділ присвячений теоретичному і експериментальному виявленню закономірностей впливу електрофізичних методів обробки на дикорослі ягоди (чорноплідну горобину, бузину чорну, калину), безпосередньо, вихрового шару феромагнітних часток змінного електромагнітного поля при отриманні із них функціональних напівфабрикатів добавок. ВШФЧ використовується як спосіб підвищення якості продукту, високого збереження вітамінів, антоціано-во-фенольного комплексу та біологічно активних речовин в функціональних напівфабрикатів добавок, виключення процесу бланшування ягід, активація пектинових речовин ягід і отримання пектину з більш високими желейними властивостями. Одержані функціональні напівфабрикати добавок із ДЯ передбачається використовувати для виробництва желейних продуктів харчування. В науковій літературі практично відсутні дані з використання такої обробки при отриманні функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід.

В даному розділі приведені результати хімічних, спектроскопічних, фізико-хімічних, мікробіологічних методів дослідження, які є науковою основою розробки технології функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід з метою їх подальшого використання як збагачувачів БАР, поліпшувачів кольору, структуроутворювачів у виробництві желейних страв.

Недоліками сучасних традиційних способів переробки ягід в пасти та пюре як культивованих так і дикорослих є суттєві втрати барвних речовин і інших БАР, що приводять до зниження якості отриманих продуктів. Втрати БАР складають від 20 до 80% [2, 47]. Відсутні також технології та обладнання для отримання пастоподібних напівфабрикатів із дикорослих ягід. Труднощі при переробці дикорослих ягід в пасти заключаються ще і в тому, що вони мають більш щільну і твердішу шкірку та оболонку, знижену соковіддачу, а також

найчастіше специфічний смак та аромат. Мало вивчені процеси деградації та стабілізації антоціанових пігментів, поліфенолів, L-аскорбінової кислоти, пектинових речовин дикорослих ягід при їх переробці (бланшуванні, подрібненні тощо). Відомо, що при бланшуванні ягід перед сушінням і отриманням паст втрачається 30...60% барвних речовин і аскорбінової кислоти [102, 103]. В зв'язку з цим актуальним є пошук більш досконалих методів обробки ягід для отримання пастоподібних продуктів, які дозволяють інактивувати дію окислювальних ферментів, зменшити обсіменіння мікроорганізмами, максимально зберегти натуральні вітаміни, барвні пігменти та інші БАР дикорослих ягід. У даний час одним із прогресивних методів попередньої обробки харчової сировини в міжнародній практиці є електрофізичні методи обробки, наприклад, електромагнітна обробка [119, 125, 143]. Перспективною є обробка рослинної сировини у ВШФЧ змінного електромагнітного поля. Патентно-інформаційні дослідження показали, що літературні дані з використання попередньої обробки ВШФЧ змінного електромагнітного поля на збереження барвних речовин та інших БАР, а також вплив на біополімери (пектини, целюлозу), на мікроорганізми при обробці дикорослих ягід для отримання функціональних напівфабрикатів добавок (із чорноплідної горобини, бузини чорної, калини тощо) маловивчені, а одержані дані носять суперечливий характер [119-145].

Тому розробка технології нових гомогенних функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід з високим ступенем збереження вітамінів, антоціанових пігментів та інших БАР, виявлення закономірностей впливу попередньої обробки ВШФЧ змінного ЕМП на БАР, біополімери, мікроорганізми з метою виключення процесу бланшування та їх подальшого використання для виготовлення желейних страв є актуальною проблемою.

В зв'язку з цим в завдання даної роботи входило проведення комплексних фізико-хімічних, біохімічних, спектроскопічних, мікробіологічних досліджень, які заключаються в наступному:

– вивченні вмісту біологічно активних і поживних речовин в дикорослих ягодах (бузині чорній, горобині чорноплідній, калині) – сировині для функціо-

нальних пастоподібних напівфабрикатів добавок;

- виявленні впливу подрібнення і бланшування на процес ферментативного та неферментативного окислення L-аскорбінової кислоти та фенольних сполук, утворенні темнозабарвлених речовин в дикорослих ягодах;

- комплексному дослідженні виявлення закономірностей і механізму впливу обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на антоціаново-пігментний комплекс, L-аскорбінову кислоту, фенольні сполуки;

- вивченні впливу обробки дикорослих ягід ВШФЧ змінного електромагнітного поля на біополімери (целюлозу і пектинові речовини), а також на мікроорганізми;

- розробці технології отримання нових функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід з використанням обробки в ВШФЧ змінного електромагнітного поля, обґрунтуванні технологічних режимів;

- вивченні комплексного впливу попередньої обробки дикорослих ягід ВШФЧ змінного ЕМП (замість бланшування), протирання, гомогенізації, пастерізації на якість пастоподібних функціональних напівфабрикатів добавок;

- вивченні якості нових функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід в процесі зберігання.

## **2.1. Вивчення вмісту біологічно активних і поживних речовин в дикорослих ягодах – сировині для функціональних напівфабрикатів добавок**

В даній роботі як сировину для отримання функціональних напівфабрикатів добавок в формі паст використовували дикорослі ягоди чорноплідної горобини, бузини чорної, калини. В свіжих дикорослих ягодах визначали вміст вітаміну С, каротину, токоферолу, основних груп фенольних сполук з Р-вітамінною активністю (антоціанових барвних речовин, загальний вміст фенольних сполук, суми флавонових глікозидів, вільних катехінів), дубильних речовин, мінеральних речовин (К, Са, Mg, Na, Р, Fe), цукрів, органічних кислот, целюлози, пектинових речовин, в тому числі протопектину і розчинних пекти-



нових речовин, білка. Результати досліджень якості свіжих ягід приведені в таблицях 2.1...2.6.

Показано, що бузина чорна і горобина чорноплідна відрізняються високим вмістом антоціанових барвних речовин від 4,0% до 4,1 (табл. 2.2 і 2.6). В калині, як і варто очікувати, антоціанових барвних речовин суттєво менше – 0,10...0,12% (табл. 2.4). Кількість аскорбінової кислоти в дикорослих ягодах Полтавської області складало від 24,0 до 48,0 мг в 100 г. Так, в чорноплідній горобині її кількість коливалась від 44,4 до 48,0 мг в 100 г, в бузині чорній – від 30,0 до 33,0 мг в 100 г, в калині від 24,0 до 29,0 мг в 100 г (табл. 2.2, 2.4 і 2.6). Показано також, що в чорноплідній горобині та бузині чорній багато низькомолекулярних фенольних сполук та оксикоричних кислот (за хлорогеновою кислотою), а також флавонолових глікозидів, катехінів. Так, в ягодах чорноплідної горобини та бузині чорній вміст загальних фенольних сполук міститься 395,5...438,5 мг в 100 г і 415,7...425,6 мг в 100 г відповідно, флавонолових глікозидів в ЧГ – 174,4...179,3 мг в 100 г, в БЧ – 165,2...175,3 мг в 100 г, вільних катехінів в ЧГ – 157,2...160,5 мг в 100 г, в БЧ – 123,9...126,3 мг в 100 г. У калині кількість загальних фенольних сполук дещо менше від 310,0 до 319,0 мг в 100 г (табл. 2.2, 2.4 і 2.6).

Показано також, що вміст дубильних речовин найбільший в чорноплідній горобині (598...610 мг в 100 г) і найменше їх міститься в калині (87...109 мг в 100 г). Як і варто очікувати, в дикорослих ягодах міститься значна кількість цукрів (від 5,5 до 8,3%), які в основному представлені глюкозою і фруктозою.

А також пектинових речовин (від 1,40 до 1,75%), які в більшій мірі представлені протопектином. Показано також, що чорноплідна горобина і бузина чорна відрізняються невеликою кількістю органічних кислот (до 0,55%), в калині їх в 4 рази більше (до 2%) (табл. 2.1, 2.3, 2.5). Мінеральний склад дикорослих ягід представлений всім спектром мінеральних речовин (K, Ca, Mg, Na, P, Fe). Загальна кількість зольних елементів становить від 1,0 до 1,6%.

Таблиця 2.1

## Хімічний склад чорноплідної горобини – сировини для пастоподібних напівфабрикатів

№ зразка	Масова частка, %									
	Води	Білка	Загально-го цукру	Глюкози і фруктози	Сахарози	Органічних кислот	Пектинових речовин			Целюлози
							загального пектину	протопектину	розчинного пектину	
1	80,9	0,9	8,2	6,8	1,4	0,4	1,5	1,1	0,4	2,0
2	79,0	0,9	8,3	6,7	1,6	0,5	1,6	1,2	0,4	1,8
3	80,0	1,0	8,0	6,7	1,3	0,4	1,4	1,1	0,3	2,0
4	80,2	1,1	8,3	6,8	1,5	0,4	1,5	1,2	0,3	1,8
5	79,7	1,0	8,0	6,7	1,3	0,5	1,4	1,1	0,3	2,1
6	80,4	1,1	7,9	6,6	1,3	0,5	1,4	1,0	0,4	1,8
7	80,6	0,9	8,3	6,7	1,6	0,4	1,6	1,2	0,4	2,0
8	79,7	1,0	7,9	6,6	1,3	0,4	1,7	1,2	0,5	2,0
9	79,6	0,9	8,2	6,7	1,5	0,5	1,4	1,1	0,3	0,9
10	79,9	1,0	8,4	6,9	1,5	0,4	1,4	1,1	0,3	1,8

Таблиця 2.2

## Хімічний склад чорноплідної горобини – сировини для пастоподібних напівфабрикатів

№ зразка	Антоціанових барвних речовин, мг в 100 г	Аскорбі- нової кис- лоти, мг в 100 г	Фенольних сполук (за хлорогено- вою кисло- тою), мг в 100 г	Флаво-н олових глі- козидів (за рутином), мг в 100 г	Вільних ка- техінів (за d- катехіном), мг в 100 г	Дубиль- них ре- човин (за Золи, тані- ном), мг в 100 г		Мінеральних речовин, мг в 100 г				
								K	Ca	Mg	P	Fe
1	4020,4	45,7	434,7	174,4	158,4	610,2	1,6	139	40	11,0	19,9	0,21
2	4004,0	47,0	397,4	175,3	160,3	600,3	1,6	140	42	11,4	20,4	0,23
3	4072,4	45,4	432,0	170,1	156,7	601,7	1,6	141	41	10,7	20,7	0,23
4	4002,0	48,0	438,5	178,5	158,3	599,2	1,5	140	40	11,1	20,4	0,22
5	4099,4	44,4	395,5	179,3	158,7	611,1	1,6	139	40	10,9	19,7	0,21
6	4093,2	45,3	436,3	177,5	159,3	598,2	1,5	140	42	10,9	20,3	0,22
7	4008,8	47,0	435,2	174,7	160,5	600,7	1,5	140	42	11,5	20,1	0,22
8	4055,4	46,7	399,4	178,2	157,2	613,8	1,6	139	40	11,7	19,9	0,21
9	4078,3	44,5	433,6	179,3	159,6	608,4	1,5	140	41	11,4	20,0	0,22
10	4002,9	46,0	427,5	175,4	160,4	601,9	1,5	139	41	10,9	19,9	0,21

Таблиця 2.3

## Хімічний склад калини – сировини для настоподібних напівфабрикатів

№ зразка	Масова частка, %									
	Води	Білка	Загального цукру	Глюкози і фруктози	Сахарози	Органічних кислот	Пектинових речовин			Целюлози
							загального пектину	протопектину	розчинного пектину	
1	84,0	1,0	5,63	5,42	0,21	1,98	1,5	1,05	0,45	1,5
2	83,4	1,1	5,80	5,61	0,19	1,97	1,5	1,07	0,43	1,4
3	83,7	1,1	5,92	5,73	0,19	1,79	1,5	1,07	0,43	1,5
4	84,0	1,1	5,26	5,05	0,21	1,99	1,6	1,18	0,42	1,5
5	83,7	1,0	5,28	5,09	0,19	1,98	1,5	1,07	0,43	1,4
6	83,6	1,1	5,67	5,47	0,20	1,99	1,6	1,15	0,45	1,4
7	83,7	1,1	5,51	5,33	0,19	1,79	1,6	1,07	0,43	1,4
8	83,2	1,0	5,53	5,33	0,20	1,99	1,6	1,18	0,42	1,5
9	83,7	1,0	5,62	5,42	0,20	1,98	1,5	1,06	0,44	1,4
10	83,9	1,1	5,44	5,23	0,21	1,79	1,6	1,15	0,45	1,4

Таблиця 2.4

## Хімічний склад калини – сировини для пастоподібних напівфабрикатів

№ зразка	Антоціанових барвних речовин, мг в 100 г	Аскорбінової кислоти, мг в 100 г	Фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою), мг в 100 г	Флавонолових глікозидів (за рутинном), мг в 100 г	Вільних катехінів (за д-катехіном), мг в 100 г	Дубильних речовин (за таніном), мг в 100 г	Золи, %	Мінеральних речовин, мг в 100 г				
								K	Ca	Mg	P	Fe
1	115	29	319	197	187	88	1,6	184	27	14	26	0,28
2	117	25	318	198	185	86	1,6	185	27	14	25	0,27
3	110	29	316	195	184	98	1,4	184	27	15	26	0,27
4	119	25	316	197	186	87	1,6	186	28	14	26	0,27
5	117	26	317	195	184	109	1,4	186	27	15	25	0,28
6	116	28	318	199	187	90	1,4	184	28	14	26	0,27
7	115	27	310	195	185	108	1,6	184	27	15	25	0,27
8	118	24	319	197	190	86	1,6	186	28	14	25	0,27
9	110	29	310	194	189	92	1,4	185	27	14	26	0,28
10	118	25	319	196	188	88	1,4	184	27	15	26	0,28

Таблиця 2.5

## Хімічний склад бузини чорної – сировини для пастоподібних напівфабрикатів

Масова частка, %										
№ зразка	води	Білка	Загально-го цукру	Глюкози і фруктози	Сахарози	Органічних кислот	Пектинових речовин			Целюлози
							загального пектину	протопектину	розчинного пектину	
1	84,2	1,0	6,0	4,9	1,1	0,5	1,71	1,06	0,65	1,3
2	82,9	0,9	5,8	4,9	0,9	0,6	1,75	1,07	0,68	1,4
3	82,7	0,9	5,7	4,8	0,9	0,5	1,73	1,07	0,66	1,3
4	83,6	1,1	5,9	4,9	1,0	0,6	1,73	1,07	0,66	1,4
5	81,9	1,0	5,9	4,8	1,1	0,6	1,7	1,05	0,65	1,4
6	84,1	0,9	5,7	4,8	0,9	0,6	1,7	1,03	0,67	1,4
7	83,3	0,9	5,9	4,8	1,1	0,5	1,74	1,08	0,66	1,3
8	83,1	1,0	5,8	4,9	0,9	0,6	1,74	1,08	0,66	1,3
9	82,7	1,0	5,8	4,7	1,1	0,6	1,72	1,06	0,66	1,4
10	83,7	1,1	5,9	4,9	1,0	0,5	1,73	1,08	0,65	1,4

Таблиця 2.6

## Хімічний склад бузини чорної – сировини для пастоподібних напівфабрикатів

№ зразка	Антоціанових барвних речовин, мг в 100 г	Аскорбінової кислоти, мг в 100 г	Фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою), мг в 100 г	Флавонолідів (за рутином), мг в 100 г	Вільних катехінів (за д-катехіном), мг в 100 г	Дубильних речовин (за таніном), мг в 100 г	Золи, %	Мінеральних речовин, мг в 100 г				
								K	Ca	Mg	P	Fe
1	4082,3	31	425,6	166,4	125,6	212	1,1	204	24	17	35	0,19
2	4026,6	30	424,1	175,2	124,4	210	1,2	202	25	16	34	0,20
3	4028,3	30	416,2	166,8	126,1	221	1,1	202	25	17	34	0,20
4	4098,1	30	419,1	165,9	126,3	211	1,2	204	24	17	35	0,19
5	4012,2	32	419,9	165,6	125,1	212	1,0	203	24	16	34	0,20
6	4095,6	31	424,6	174,1	124,4	211	1,2	203	24	16	34	0,19
7	4023,3	30	416,6	166,8	125,0	210	1,2	202	25	17	35	0,20
8	4016,5	32	419,0	175,3	123,6	210	1,2	202	25	17	35	0,19
9	4092,2	33	415,7	166,1	125,8	201	1,1	204	24	17	35	0,20
10	4012,1	30	418,8	165,2	123,9	198	1,2	204	24	16	35	0,20

Таким чином, дикорослі ягоди, які проростають в Полтавській та Харківській областях, відрізняються високою кількістю антоціанових барвних речовин, оксикоричних кислот, катехінів, флавонолових глікозидів, поліфенолів, аскорбінової кислоти, які володіють антиоксидантною і імуномодуючою дією. Використання ягід чорноплідної горобини, бузини чорної та калини як сировини для виготовлення функціональних напівфабрикатів добавок, які крім того будуть як натуральні поліпшувачі кольору і загусники, дає можливість отримання напівфабрикатів добавок і нових желейних страв з їх використанням для підвищення імунітету – так званих функціональних оздоровчих продуктів.

## **2.2. Виявлення впливу подрібнення і бланшування на зберігання антоціанових барвних речовин, L-аскорбінової в дикорослих ягодах**

Традиційно ягоди перед сушінням або одержанням пюре, паст піддають технологічним прийомам з метою інактивації окислювальних ферментів (аскорбінатоксидази, поліфенолоксидази, пероксидів і т.д.) і зменшення кількості мікроорганізмів шляхом бланшування гострою парою або занурення в окріп, або витримкою у розчині кислот, кухонної солі і т.д. [47, 76, 102]. Відомо, що переробці ягід і овочів, коли пошкоджуються тканини і клітини сировини в присутності кисню повітря, окислювальні ферментативні процеси сильно прискорюються, що призводить до окислення і руйнування найбільш лабільних біологічно активних речовин, перш за все L-аскорбінової кислоти, антоціанових барвних речовин, хлорогенової кислоти, каротиноїдів і ін.

З метою зменшення втрат біологічно активних речовин при одержанні функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід і виключення такої технологічної операції як бланшування були проведені модельні експерименти, які підтверджують втрати біологічно активних речовин при бланшуванні і подрібненні дикорослих ягід (бузини чорної, калини, горобини чорноплідної). Ягоди подрібнювали до розмірів 0,5...1,0 мм і витримували при кімнатній температурі (+18...+22 °C) протягом 20·60 с. При цьому контролювали масову частину



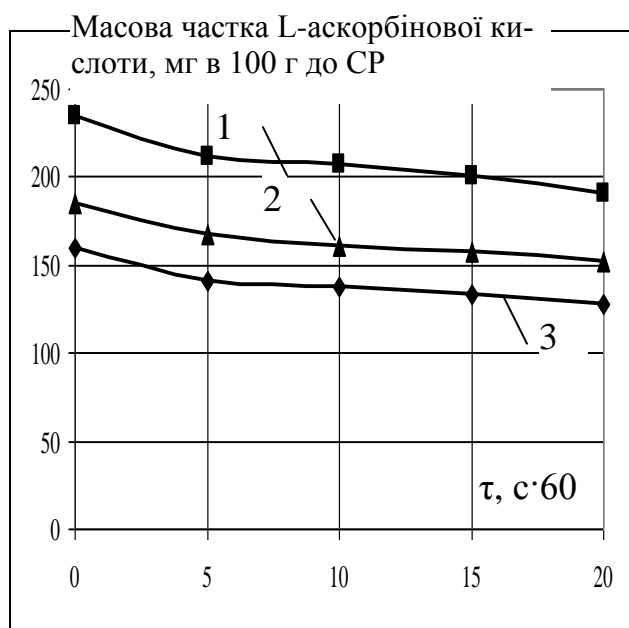
L-аскорбінової кислоти і вміст темнозabarвлених речовин – ортохінонів. Результати досліджень приведені в табл. 2.7 і на рис. 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.7

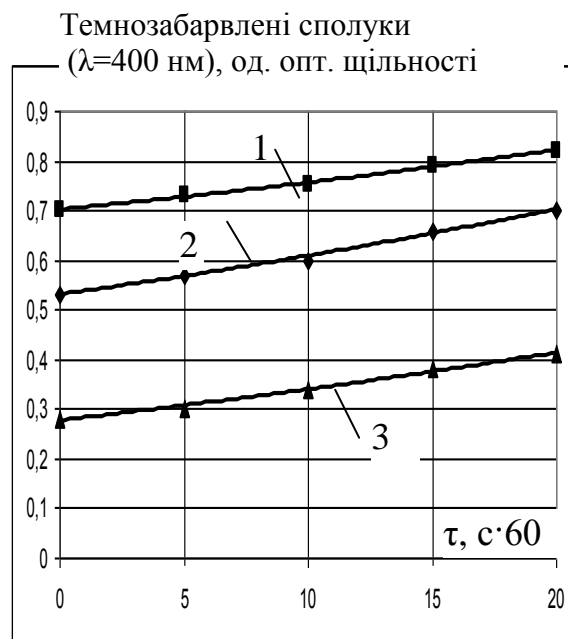
**Виявлення впливу подрібнення дикорослих ягід на ферментативне окислення L-аскорбінової кислоти і утворення темнозabarвлених продуктів окислення фенольних сполук**

Тривалість витримки подрібнених ягід, τ·60 с.	Масова частка L-аскорбінової кислоти			Оптична щільність темнозabarвлених продуктів (при λ=400 нм)		
	мг в 100 г сухої речовини	% до вихідної си-ровини	% окис-лення	Од., оп-тичної щільно-сті	% до ви-хідної си-ровини	% окис-лення
Подрібнена калина						
На початку	160	100	–	0,28	100,0	–
5	141	88	12	0,30	91,0	9,0
10	138	86	15	0,34	89,0	11,0
15	133	83	17	0,38	85,0	15,0
20	128	80	20	0,41	79,7	20,3
Подрібнена чорноплідна горобина						
На початку	235	100	–	0,70	100,0	–
5	212	90	10	0,73	94,0	6,0
10	207	88	12	0,75	93,3	6,7
15	200	85	15	0,79	87,0	13,0
20	190	81	19	0,82	81,0	19,0
Подрібнена чорна бузина						
На початку	185	100	–	0,53	100,0	–
5	167	90	10	0,57	94,0	6,0
10	161	87	13	0,6	93,0	7,0
15	157	85	15	0,66	86,0	14,0
20	152	82	18	0,70	81,0	19,0

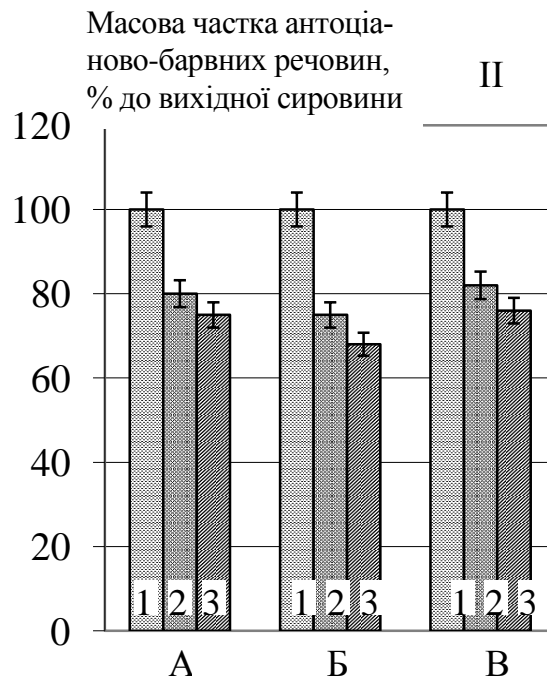
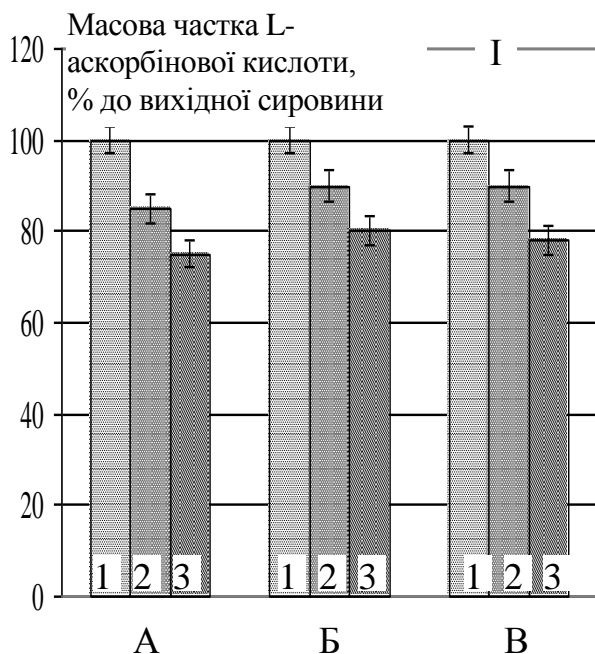
Проведені також модельні експерименти з виявлення впливу бланшування цілих дикорослих ягід гострою парою при температурі +100...+105 °C протягом (3...5)·60 с ( рис. 2.3).



**Рис. 3.1.** Ферментативне окислення і руйнування L-аскорбінової кислоти в подрібнених ДЯ при кімнатній температурі протягом 20·60 с: 1 – горобина чорноплідна, 2 – бузина чорна, 3 – калина



**Рис. 3.2.** Утворення темнозabarвлених речовин – продуктів окислення фенольних сполук в подрібнених ДЯ при кімнатній температурі протягом 20·60 с: 1 – горобина чорноплідна, 2 – бузина чорна, 3 – калина



**Рис. 2.3.** Вплив бланшування на зберігання L-аскорбінової кислоти (І) і антоціанових барвних речовин (ІІ) ДЯ перед отриманням напівфабрикатів добавок: А – горобина чорноплідна, Б – бузина чорна, В – калина; 1 – свіжі ягоди, 2 – бланшовані протягом 3·60 с, 3 – бланшовані протягом 5·60 с.

Показано, що після подрібнення ягід L-аскорбінова кислота через 10·60 с руйнується на 12...15%, а через 20·60 с – 18...20% і паралельно відбувається окислення фенольних сполук і накопичення темнозбарвлених речовин – 6,7...11,0% і 19,0...20,3% відповідно (рис. 2.1 і 2.2). В зв'язку з цим, доцільно в новій технології інактивувати окислювальні ферменти дикорослих ягід. Встановлено також, що при бланшуванні гострим паром дикорослих ягід (бузини чорної, калини, горобини чорноплідної) втрати L-аскорбінової кислоти протягом 3·60 с складають 10...15%, протягом 5·60 с – 20...25%. Показано, що втрати барвних речовин більші, ніж L-аскорбінової кислоти. Так, втрати антоціанових пігментів протягом 3·60 с складають 18...25%, протягом 5·60 с – 25...32% (рис 2.3).

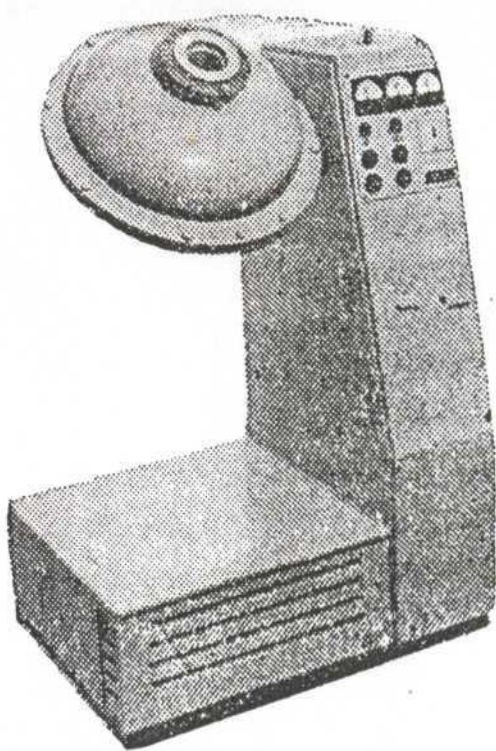
Таким чином, доцільним є пошук нових методів інактивації окислювальних ферментів, які б максимально зберігали БАР. У зв'язку з цим, нами вибрано новітню технологію попередньої обробки дикорослих ягід перед одержанням функціональних напівфабрикатів добавок, у ВШФЧ змінного ЕМП.

### **2.3. Комплексні дослідження виявлення закономірностей і механізму впливу обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на БАР при отриманні напівфабрикатів**

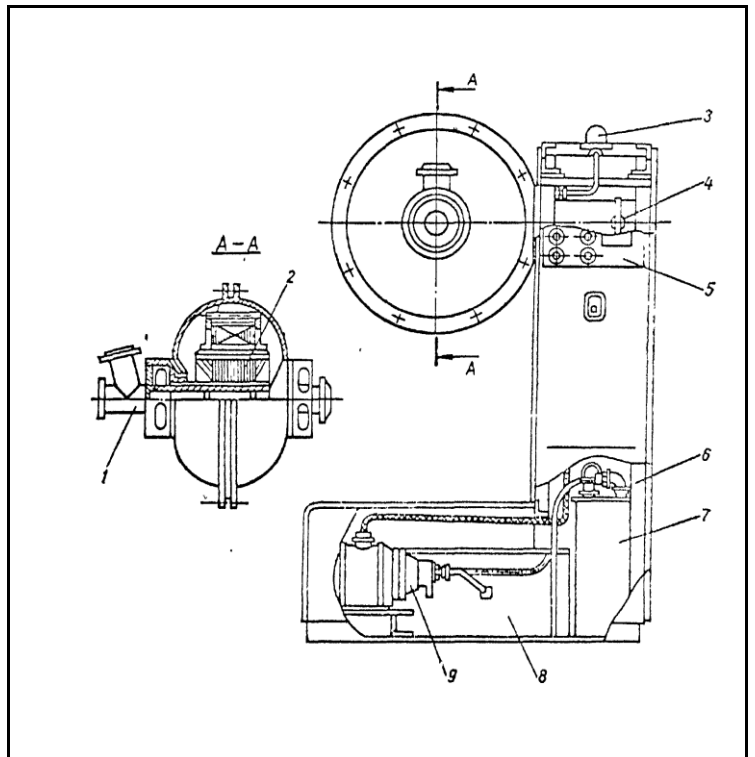
В даному розділі, для підтвердження гіпотези про інгібітування окислювальних ферментів і збереженість БАР, показана обробка дикорослих ягід (чорноплідної горобини, бузини чорної, калини) у ВШФЧ змінного електромагнітного поля з метою вилучення операції бланшування. Експериментальні дослідження з попередньої обробки ягід змінного електромагнітного поля були проведені з використанням апарата ВА-100, який встановлений в міжгалузевій науково-дослідній лабораторії ПУСКУ.

Відомо, що в даний час одним із методів інтенсифікації технологічних процесів є обробка в вихровому шарі феромагнітних часток, який створюється шляхом впливу на них обертаючого електромагнітного поля [119]. Розроблені в останні роки нові апарати, які використовують принцип вихрового шару, до-

зволяє інтенсифікувати цілий ряд технологічних процесів за рахунок комплексного впливу на речовини, що обробляються інтенсивного перемішування і диспергування, акустичної і електромагнітної обробки, тертя, високого локального тиску, електролізу [119]. В даній дисертаційній роботі для попередньої обробки дикорослих ягід замість операції бланшування був використаний електромагнітний спосіб обробки в ВШФЧ в промисловому апараті ВА-100, який виготовлений в об'єднанні Полтавахіммаш. На рис. 2.4 приведений загальний вид апарату ВА-100 та його конструктивна схема.



а



б

**Рис. 2.4 Загальний вид апарату ВА-100 (а); конструктивна схема апарату ВА-100 (б): 1 – бігельний пристрій, 2 – індуктор, 3 – маслопоказник, 4 – поворотний пристрій, 5 – панель управління апаратом, 6 – каркас, 7 – теплообмінник, 8 – маслбак, 9 – масло насос.**

Живлення апарату проводиться від трьохфазної мережі змінного струму напругенням 380/220 В, частотою 50 Гц. Максимальна продуктивність апарату при безперервному веденні процесу подрібнення складає 25 кг/год. Апарат постачаний бігельним пристроєм, який дозволяє без зупинки технологічного процесу проводити заповнення феромагнітних часток в робочій зоні і швидко замі-

нювати робочу камеру, яка піддається інтенсивному зносу.

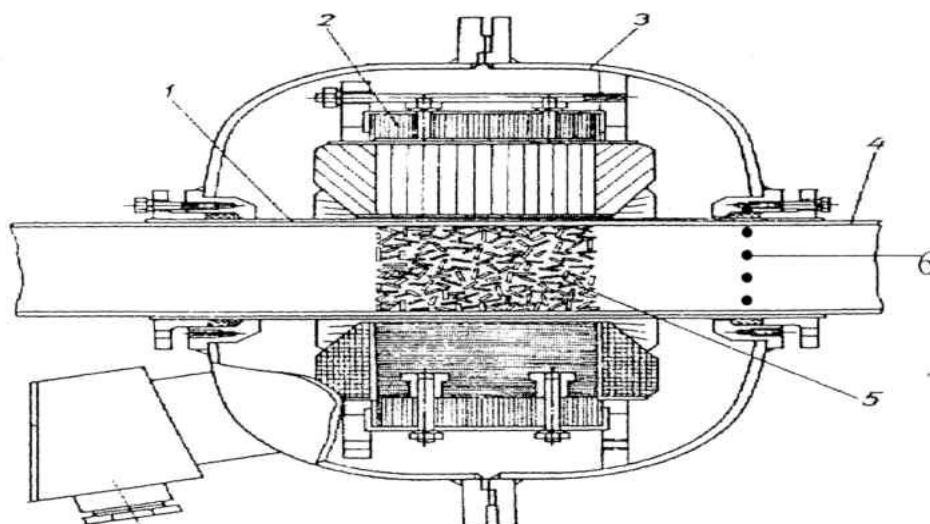
Апарати цього типу знаходять застосування в лабораторній практиці.

Знявши бігельний пристрій і замінивши робочу камеру, яка передбачена для безперервного ведення процесу, апарат можна легко переобладнати в лабораторний пристрій для змішування порошків, подрібнення твердих і надтвердих матеріалів, проведення різних хімічних процесів при термостатуванні.

Діаметр розточки індуктора ВА-100 – 100 мм і магнітна індукція в робочій зоні – 0,13 Т. Апарат має автономну систему охолодження і управління, може бути використаний для проведення безперервних, циклічних процесів.

Споживча потужність апарату – 1,6 кВт. В робочу камеру одночасно завантажують 185...200 г часток, розміри яких складають при співвідношенні діаметру до довжини 5:10 мм. Частинки покриті оболонкою із фторопласту, який запобігає утворенню небажаних сумішей в агресивних середовищах.

В лабораторних умовах для проведення експерименту використовували шестиполіусний індуктор, в якому електромагнітна система являє собою кругову багатозафазну систему обмоток (рис. 2.5).



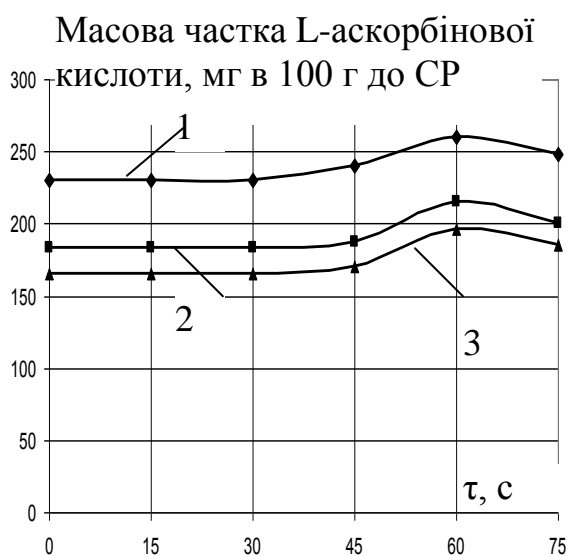
**Рис. 2.5. Принципова схема індуктора апарату ВА-100: 1-корпус, 2-індуктор, 3-металевий корпус, 4-циліндрична втулка, 5-феромагнітні частки, 6-сітка.**

У середині корпусу розміщується циліндрична втулка, яка є робочою камерою, в її середині поміщуються феромагнітні частки. Відділення функціона-

льних напівфабрикатів добавок після проведення експерименту відбувалось за допомогою спеціальної насадки-сита, що надівається на втулку. Управління роботою індуктора проводилось за допомогою пульта.

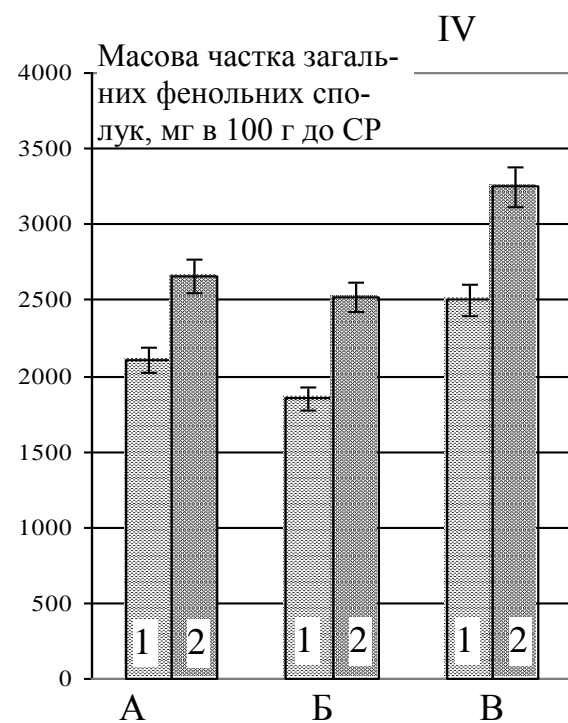
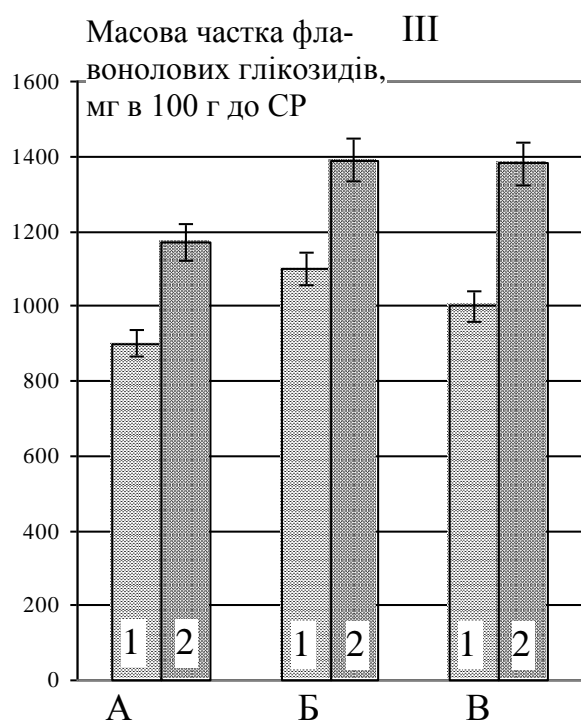
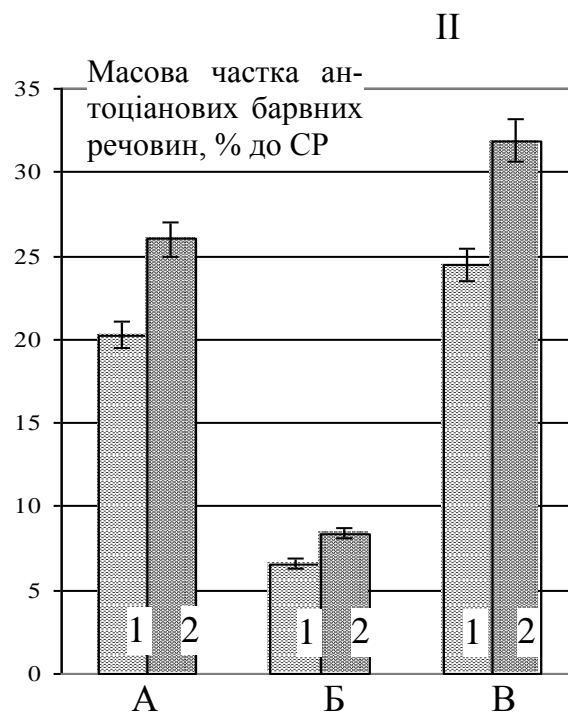
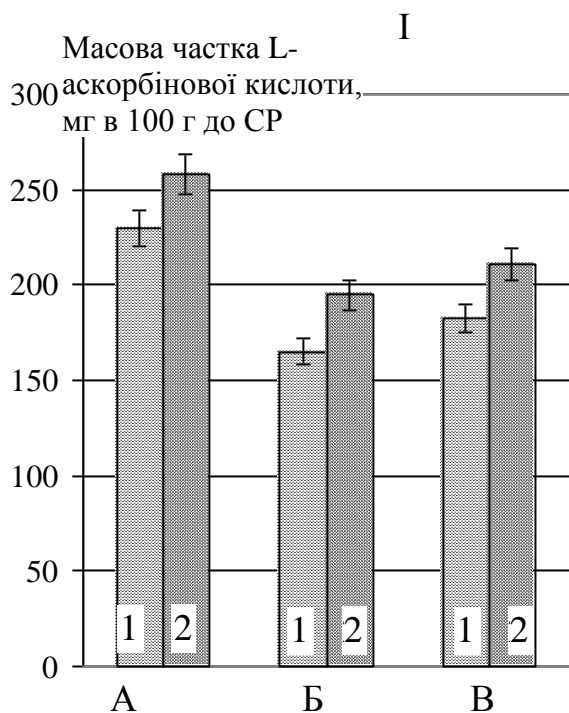
Ягоди оброблялись у ВШФЧ протягом 30...75 с з інтервалом в 15 с. При цьому контролювали масову частку L-аскорбінової кислоти, антоціанових пігментів, флавонолових глікозидів, низькомолекулярних фенольних сполук за хлорогеновою кислотою.

Показано, що через 60 с обробки ягід у ВШФЧ спостерігається збільшення L-аскорбінової кислоти (на 12...18 %), тобто її більш повна екстракція із дикорослих ягід і свого максимуму збільшення досягається через 60 с, а в подальшому настає невеликий період стабільності (протягом 4...5 с), потім відбувається зниження кількості L-аскорбінової кислоти. Таким чином, доведено, що ягоди в апараті ВА-100 доцільно обробляти протягом 55...60 с (рис. 2.6).



**Рис. 2.6. Залежність вмісту L-аскорбінової кислоти від часу попередньої обробки ягід чорноплідної горобини (1), бузини чорної (2), калини (3) у ВШФЧ змінного електромагнітного поля при одержанні напівфабрикатів добавок.**

Встановлено, що обробка і подрібнення дикорослих ягід в ВШФЧ змінного електромагнітного поля не тільки інактивує окислювальні ферменти (про що свідчить повна збереженість вітамінів та інших БАР), але і призводить до більш повного вилучення із них біологічно активних речовин. Так, масова частка антоціанових барвних речовин вилучається із ягід більше на 28...32%, флавонолових глікозидів – на 27...37%, загальна кількість низькомолекулярних фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою) – на 30...32%, L-аскорбінової кислоти – на 12...18% (рис. 2.7).



**Рис 2.7. Вплив попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на вміст біологічно активних речовин при одержанні напівфабрикатів добавок: I – L-аскорбінова кислота, II – антоціанові барвні речовини, III – флавонолові глікозиди, IV – фенольні сполуки; А – чорноплідна горобина, Б – калина, В – бузина чорна; 1 –свіжі ягоди, 2 – ягоди, оброблені у ВШФЧ**

Механізм цього процесу пов'язаний очевидно з тим, що при обробці ягід у ВШФЧ відбувається внутрішньомолекулярна і міжмолекулярна перебудова, суттєва орієнтація диполів води в одному напрямку, що призводить до значних пошкоджень і руйнування клітин, та паралельно відбувається механодеструкція та механоативація, які призводять до більш повного вилучення БАР і переходу їх із зв'язаного стану у вільний. Феромагнітні частинки (діаметр 5:10 мм) в обертаючому магнітному полі виконують роль мікроножів, які обертаються в апараті поряд з ягодами та призводять до вищеперерахованих процесів.

Отримані закономірності підвищеного вилучення БАР із дикорослих ягід при обробці у ВШФЧ були підтверджені на молекулярному рівні при визначення спектрів поглинання антоціанових агентів, фенольних сполук, флавонолових глікозидів і катехінів. Дослідження були проведені на базі Інституту проблем кріобіології і кріомедицини НАН України (м. Харків) в відділі біофізики на спектрофотометрі „Pye Unicam Sp 8000” (Англія). При цьому контролювали спектри антоціанового комплексу в етанолових екстрактах:

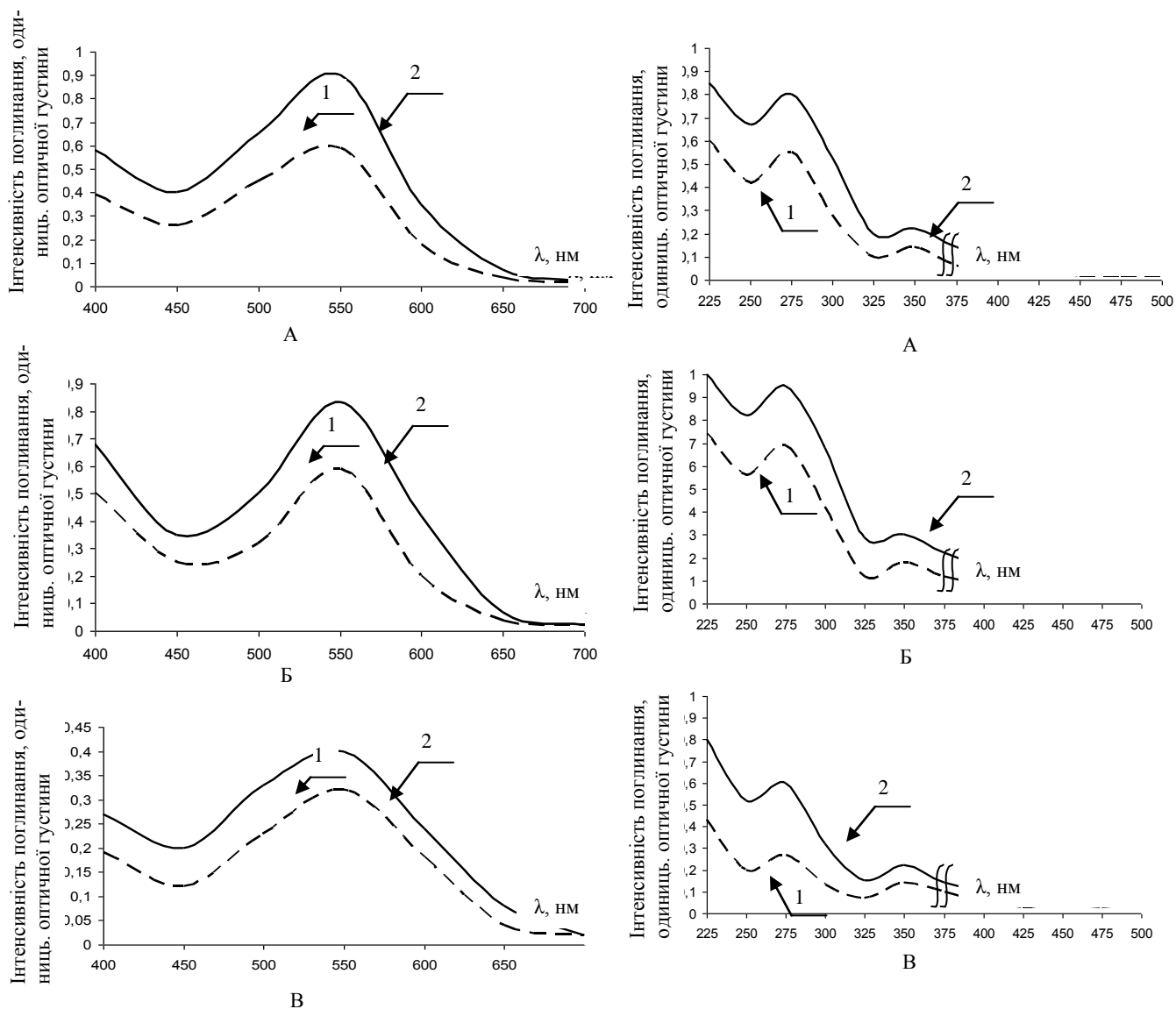
- антоціани при довжині хвиль  $\lambda=540\ldots550$  нм;
- катехіни при довжині хвиль  $\lambda=270\ldots280$  нм;
- флавонолові глікозиди при довжині хвиль  $\lambda=340\ldots350$  нм.

Брали наважки із свіжих ягід і оброблених у ВШФЧ на абсолютно суху речовину, як розчинник використовували 70% розчин етилового спирту.

Показано, що спектральні криві фенольних сполук мають три максимуми при довжині хвиль  $\lambda=540\ldots550$  нм,  $\lambda=270\ldots280$  нм,  $\lambda=340\ldots350$  нм, які відповідають спектрам поглинання антоціанових барвних речовин, катехінів та флавонолових глікозидів (рис. 2.8).

Також показано, що форма спектрів перерахованих фенольних сполук свіжих ягід і оброблених у ВШФЧ змінного електромагнітного поля однакова, а інтенсивність і оптична щільність значно вища в екстрактах, які оброблені у вих-





**Рис. 2.8. Спектри поглинання антоціанових барвних речовин ( $\lambda=540\ldots550\text{nm}$ ), катехінів ( $\lambda=270\ldots280\text{ nm}$ ), флавонолових глікозидів ( $\lambda=340\ldots350\text{ nm}$ ) при одержанні ФНД: А – чорноплідна горобина, Б – чорна бузина, В – калина; 1 – свіжі ягоди, 2 – ягоди, оброблені в ВШФЧ.**

ровому шарі феромагнітних часток змінного електромагнітного поля. Це свідчить про підвищене вилучення БАР із дикорослих ягід попередньо оброблених у ВШФЧ в розчин (екстракт), а також про інактивацію окислювальних ферментів.

Підвищене вилучення в екстракт БАР із дикорослих ягід при попередній обробці, яке встановлене за допомогою спектрального аналізу, перед отриманням із них пастоподібних функціональних напівфабрикатів добавок свідчить не

тільки про повну збереженість барвних речовин, але й підтверджує ефект „збагачення” продукту різними БАР, тобто сприяє більш повному використанню біологічного потенціалу дикорослих ягід.

Таким чином, вперше науково обґрунтована і доведена доцільність використання замість бланшування ягід обробку у ВШФЧ змінного ЕМП при отриманні із дикорослих ягід функціональних напівфабрикатів добавок як способу підвищення їх якості і високого збереження вітамінів, антоціаново-фенольного комплексу та інших біологічно активних речовин тощо. Отримані результати стали основою для розробки нової технології отримання функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід.

#### **2.4. Вивчення впливу попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на біополімери і желейні властивості при отриманні функціональних напівфабрикатів**

Перспективною є обробка рослинної сировини у ВШФЧ змінного електромагнітного поля. Проте в науковій літературі з її використання практично відсутні дані при одержанні пастоподібних функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід, які можуть також використовуватись як натуральні збагачувачі, структуроутворювачі і поліпшувачі кольору для виготовлення різноманітних продуктів харчування. Не вивчено також вплив ВШФЧ на біологічно активні речовини та біополімери (такі як пектинові речовини, целюлозу тощо) при отриманні ФНД із дикорослих ягід.

Тому, в завдання роботи входило виявлення впливу попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на біополімери (пектинові речовини, целюлозу) і желейні властивості подрібненої маси (пюре з розміром часток 50...250 мкм) при отриманні функціональних напівфабрикатів добавок. Експериментальні дослідження були проведені з використанням апарату ВА-100. Ягоди (бузина чорна, калина, чорноплідна горобина) оброблялись у

ВШФЧ протягом 55...60 с (як було показано і встановлено в розділі 2.2 цей час є оптимальним для отримання позитивного ефекту зі збереження БАР). При цьому визначали масову частку загального пектину, протопектину, розчинного пектину, органічних кислот, целюлози, загальних цукрів та желейну здатність. Паралельно визначали желейну здатність пюре із дикорослих ягід отриманих традиційним способом (розмір часток 50...250 мкм). Результати досліджень приведені в таблиці 2.9 і на рис. 2.9.

Встановлено, що при попередній обробці дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля протягом 55...60 с відбувається суттєва деструкція мономерів пектинових речовин і целюлози (табл. 2.9, рис. 2.9).

Показано, що значна частина протопектину (30...40%) трансформується в розчинний пектин (його кількість зростає на 50...92% по відношенню до вихідного розчинного пектину) і в галактуронову кислоту за рахунок неферментативного руйнування водневих та іонних зв'язків в протопектині (рис. 3.10). Про це свідчить також і суттєве збільшення органічних кислот на 39...50% (табл. 2.9). Відомо, що галактуронова кислота – мономер, із якого складаються пектинові речовини, відноситься до органічних кислот, які містить в своїй молекулі вільні карбоксильні групи, що мають кислу реакцію. Водні розчини при титруванні реєструють кількість загальних органічних кислот. Відомо також, що добре розчинні пектини найбільш високометоксильовані. Їх розчинність в найбільшому ступені визначається величиною метоксильної складової. Відомо, що нерозчинні пектини, зшитий пектин і протопектин здатні до обмеженого набрякання у воді.

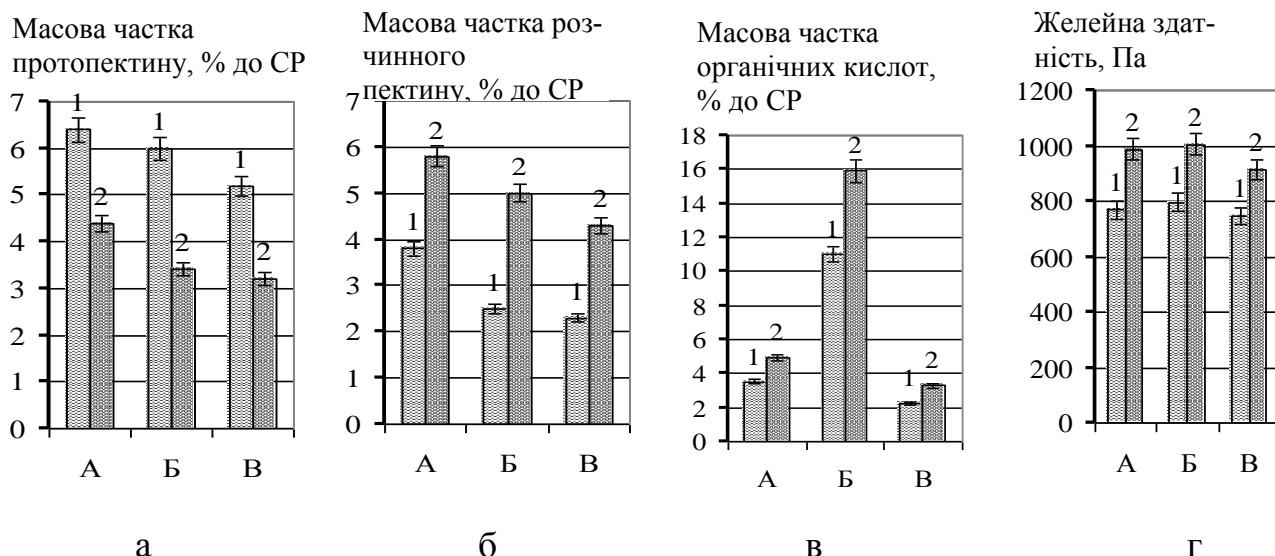
Таким чином, пектинові речовини дикорослих ягід, безпосередньо протопектин, при попередній обробці в ВШФЧ трансформується в розчинний пектин, який більш високометоксильований, що очевидно збільшує ступінь етерифікації і кількість вільних водневих і іонних зв'язків. В зв'язку з цим можна припустити, що при цьому збільшується желейна властивість пюре із дикорослих ягід, які обробляються у ВШФЧ.

Таблиця 2.9

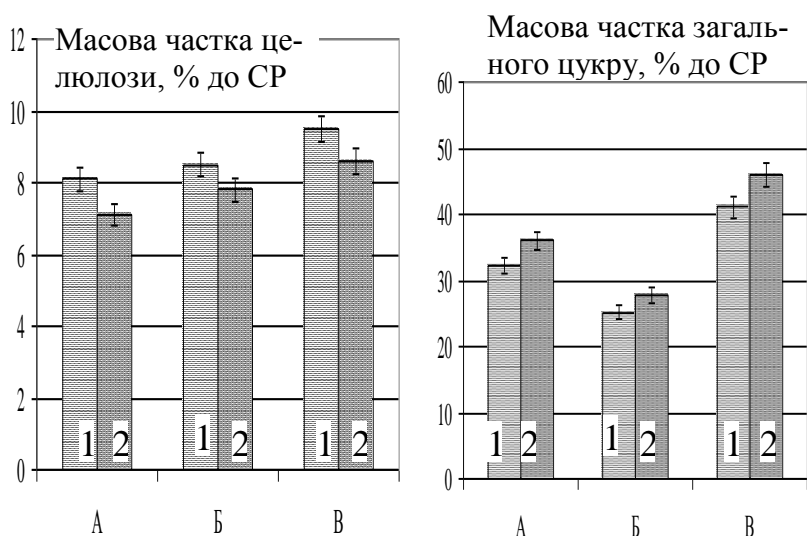
**Вплив попередньої обробки дикорослих ягід в ВШФЧ на трансформацію пектинових речовин, целюлози і желейну здатність при отриманні із них пюре**

Продукт	Спосіб одержання	Масова частка										Пружність			
		загального пектину		протопектину		розчинного пектину		органічних кислот		целюлози				загального цукру	
		% до СР	% до контролю	% до СР	% до контролю	% до СР	% до контролю	% до СР	% до контролю	% до СР	% до контролю	% до СР	% до контролю	Па	% до контролю
Пюре із бузини чорної	Традиційний*	10,2	100,0	6,4	100,0	3,8	100,0	3,5	100,0	8,1	100,0	34,2	100,0	768,0	100,0
	Обробка в ВШФЧ	10,2	100,0	4,4	70,0	5,8	150,0	4,9	139,0	7,1	88,0	38,3	112,0	987,0	129,0
Пюре із калини	Традиційний	8,6	100,0	6,0	100,0	2,6	100,0	11,0	100,0	8,5	100,0	30,2	100,0	796,8	100,0
	Обробка в ВШФЧ	8,4	99,9	3,4	57,0	5,0	192,3	15,9	145,0	7,8	92,0	33,2	110,0	1005,0	126,2
Пюре із чорноплідної горобини	Традиційний	7,5	100,0	5,2	100,0	2,3	100,0	2,2	100,0	9,5	100,0	36,7	100,0	744,0	100,0
	Обробка в ВШФЧ	7,5	100,0	3,2	61,8	4,3	186,8	3,3	150,0	8,6	90,0	41,1	112,0	915,0	123,0

Примітка: як контроль використовували пюре, яке одержане традиційним способом шляхом бланшування ягід гострим паром протягом 5· 60 с. і подрібнення до розміру часток 50...250 мкм



**Рис. 2.9.** Вплив попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного ЕМП на деструкцію і трансформацію протопектину (а), розчинного пектину (б), вміст органічних кислот (в) та желейну здатність (г) при одержанні ФНД з бузини чорної (А), калини (Б), чорноплідної горобини (В): 1 – традиційний спосіб; 2 – після обробки у ВШФЧ



**Рис. 2.10.** Вплив попередньої обробки дикорослих ягід в ВШФЧ на деструкцію і трансформацію целюлози і цукрів при отриманні пюре: 1 – пюре одержане традиційним способом, 2 – пюре після обробки у ВШФЧ; А – бузина чорна, Б – калина, В – чорноплідна горобина.

Встановлено також, що паралельно відбувається деструкція целюлози, про що свідчить її кількісне зменшення на 8...12% і збільшення загальної кількості цукрів на 10...12% (рис. 2.10). Показано, що при попередній обробці дикорослих ягід в ВШФЧ і отриманні пюре з розміром часток 50...250 мкм, в порівнянні з традиційним способом отримання пюре (бланшування гострою

парою протягом 5·60 с), желейна здатність збільшилась на 25...29% (табл. 2.9, рис. 2.9). Показано також, що найбільшою желейною здатністю характеризуються подрібнені і оброблені у ВШФЧ плоди бузини чорної і калини. Після обробки у ВШФЧ в одержаних функціональних напівфабрикатів добавок желейна здатність збільшилась на 29 і 26,2% відповідно. Дещо менше підвищилась желейна здатність ФНД з чорноплідної горобини – на 23 %. Це очевидно, пов'язано з більш високою кількістю в ФНД бузини чорної і калини розчинного пектину ніж у ФНД чорноплідної горобини (відповідно 5,8; 5,0; 4,3%).

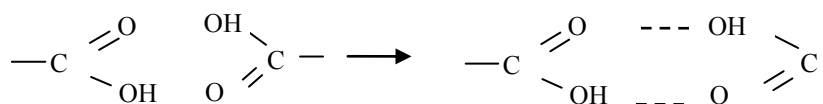
Желеутворення пектинових речовин обумовлено їх особливою хімічною будовою, а саме транс розміщенням гідроксильних груп у другого і третього атомів вуглецю в ланцюгу ангідридгалактуронової кислоти. Також розміщення гідроксильних груп створює можливість утворення міжмолекулярних водневих містків [75]. Желе, яке утворене макромолекулами ниткоподібної форми (агар-агару, желатину, ацетилцелюлози, пектину тощо), відрізняються від желе сферичних макромолекул (фібрил, крохмалю, глобуліну). В останньому випадку можливість утворення міцного желе малоймовірна [77].

Відомо, що желе можуть утворюватись за допомогою наступних типів зв'язку [75]:

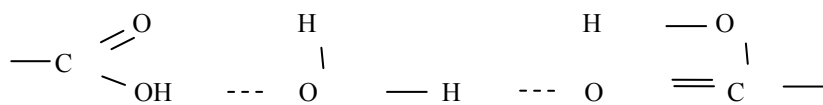
- гомеополярних (через головні валентності). Вони являються результатом реакцій полімеризації або поліконденсації. Такі желе термонеоборотні;

- гетерополярні (іонні). Вони можливі між макромолекулами для яких характерний кислий, основний або амфотерний характер. Багатовалентні катіони або аніони утворюють з ними „солетворні містки”, значно збільшуючи розміри колоїдних часток за рахунок створення трьохмірної структури. Термонеоборотність таких желе залежить від розчинності отриманої солі з підвищенням температури;

- вторинновалентні типи зв'язків виникають під впливом різних сил асоціації, що діють між колоїдними частинками. Особливо велике значення тут мають водневі зв'язки, які виникають між молекулами до складу яких входять полярні групи:  $\text{COOH} > \text{OH} > \text{CO} > \text{NH} - \text{NH}_2$



Подібні зв'язки можуть утворюватись як між полярними групами колоїдних часток, так і між полярними групами колоїдних часток та іншими полярними речовинами (вода, спирт, цукор і т.д.)



В нашому випадку найбільш ймовірний механізм желеутворення пов'язаний з вторинновалентними типами зв'язку. Виникнення водневих зв'язків залежить від температури, рН-середовища та наявності інших речовин.

В практиці найкращим вважається ступень етерифікації 60...70% (в присутності 60...65% цукру), яка характерна для плодової сировини. Додавання кислоти також необхідне для досягнення оптимального значення рН для желеутворення, яке знаходиться між 2,8...3,2. Існує думка, що гідроксильні групи цукрів утворюють водневі зв'язки з гідроксильними групами пектину, а також карбоксильними групами органічних кислот, тобто відбувається зшивання пектинових речовин з гідроксильними групами цукрів і карбоксильними групами органічних кислот. Желейна здатність пов'язана з сприятливим співвідношенням різних можливих зв'язків. Так, при вищевказаному ступені етерифікації максимальна желейна здатність цілком обумовлена гомеополярними зв'язками [75].

Крім того, одним із важливих властивостей пектинових речовин є комплексоутворююча здатність, яка основана на взаємодії молекули пектину з іонами важких і радіоактивних металів.

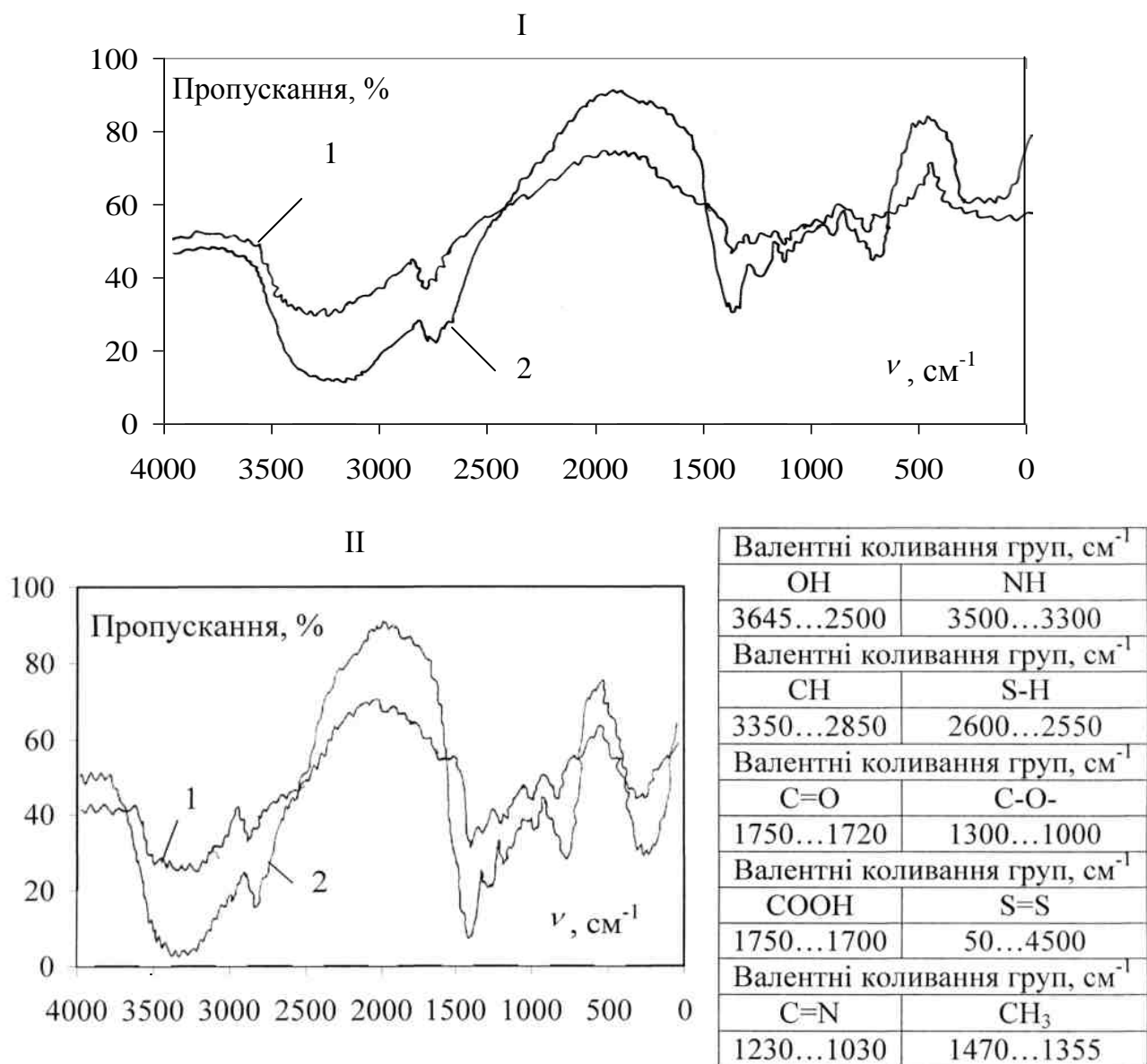
Таким чином, встановлено, що попередня обробка дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля призводить до суттєвої деградації і деструкції пектинових речовин. При цьому частина протопектину трансформується в розчинний пектин (30...40%) і галактуронову кислоту за рахунок ферментативного руйнування водневих і іонних зв'язків в протопектині, а також виявляється в суттєвому зростанні органічних кислот (39...50%) за рахунок вільних карбоксильних груп. Показано також, що при попередній обробці дико-

рослих ягід в ВШФЧ паралельно відбувається деструкція і дезагрегація целюлози і суттєве її кількісне зменшення на 8...12% та збільшення загальної кількості цукрів на 10...12%.

Встановлено також, що при обробці ДЯ у ВШФЧ відбувається суттєва деградація, деструкція і трансформація протопектину в розчинний пектин і органічні кислоти, а також целюлози в цукри, що призводить до значного збільшення желейної здатності пюре із ягід, в порівнянні з традиційною технологією, на 25...29%, і є позитивним моментом при подальшому використанні ФНД при виготовленні нових желейних страв.

Покращення якості функціональних напівфабрикатів добавок із ДЯ оброблених у ВШФЧ змінного електромагнітного поля, а також підтвердження передбачуваного механізму його впливу на збереження і трансформацію низькомолекулярних БАР, і деструкцію комплексів біополімерів з БАР, які знаходяться в зв'язаному стані, було доповнено при вимірі ІЧ-спектрів (рис. 2.11). При порівнянні ІЧ-спектрів чорноплідної горбини і бузини чорної свіжих і оброблених у ВШФЧ виявлені суттєві різниці зміни і зменшення інтенсивності широкої характеристичної смужки в області частот  $3000...3500\text{ см}^{-1}$ , характерної для валентних коливань функціональних ОН-груп, які знаходяться у вільному стані. Які також беруть участь у внутрішньомолекулярних і міжмолекулярних водневих зв'язках, входять до складу вільної і зв'язаної вологи, фенольних сполук, дубильних речовин, каротиноїдів, білків, полісахаридів, цукрів і т.д. Це свідчить про руйнування водневих зв'язків різних комплексах сполук біополімерів з БАР, а також в самих біополімерах. При цьому відбувається більш повне екстрагування останніх, які трансформуються у вільний стан, визначаються і фіксуються за допомогою хімічних методів досліджень. Очевидно, при цьому відбувається руйнування комплексів біополімерів з різними низькомолекулярними біологічно активними речовинами (антоціановими барвними речовинами, оксикоричними кислотами, катехінами і т.д.), вітамінами. Показано також, що в області частот  $2000...2800\text{ см}^{-1}$  відбувається інтенсивне поглинання функціональних груп, яке обумовлено валентними коливаннями НН-груп, що свідчить про





**Рис. 2.11.** Вплив обробки у ВШФЧ змінного ЕМП на ІЧ-спектри чорноплідної горобини (I) і бузини чорної (II) при отриманні ФНД: 1 – вихідні ягоди; 2 – ягоди, оброблені у ВШФЧ та подрібнені

збільшення вільних органічних кислот, наприклад, галактуронової кислоти, як це було показано в попередньому розділі (див. розділ 2.4).

Показано також, що зменшується інтенсивність поглинання метоксильних ( $\text{CH}_3$ ) функціональних груп при частотах  $1470\ldots1335\text{ cm}^{-1}$ , що свідчить про збільшення розчинного пектину. В області частот  $600\ldots800\text{ cm}^{-1}$  спостерігаються піки, які свідчать про присутність сірки у вільному стані, тобто у свіжих ягодах вона знаходиться у зв'язаному стані, очевидно у вигляді S-S-зв'язків дисульфідних містках, які при обробці у ВШФЧ руйнуються.

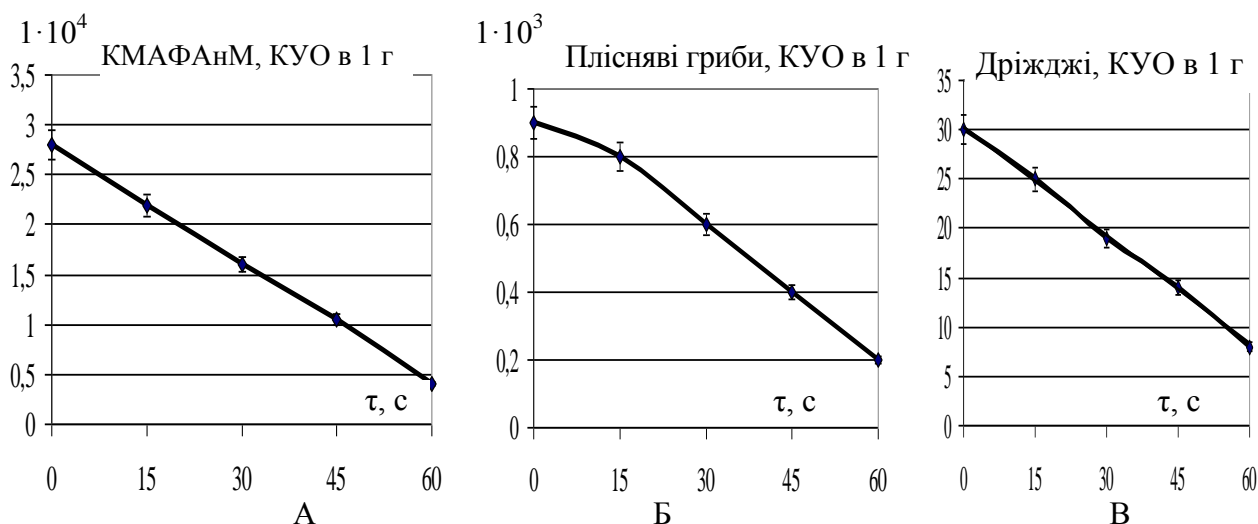
Виявлено також, що в області частот  $700\ldots 900\text{ см}^{-1}$  спостерігаються деформаційні коливання функціональних СН-груп. Це свідчить, очевидно, про збільшення кількості вуглеводів (дисахаридів, моносахаридів), що узгоджується з отриманими нами даними в розділі 2.4 про збільшення кількості цукрів на  $10\ldots 12\%$  (див. розділ 2.4).

Таким чином, за допомогою різних методів досліджень показано вплив процесів обробки у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на вільні і зв'язані БАР, біополімери, а також деструкцію і трансформацію полісахаридів (пектинів, целюлози) в розчинну форму, що підтверджують їх унікальний вплив на якість сировини.

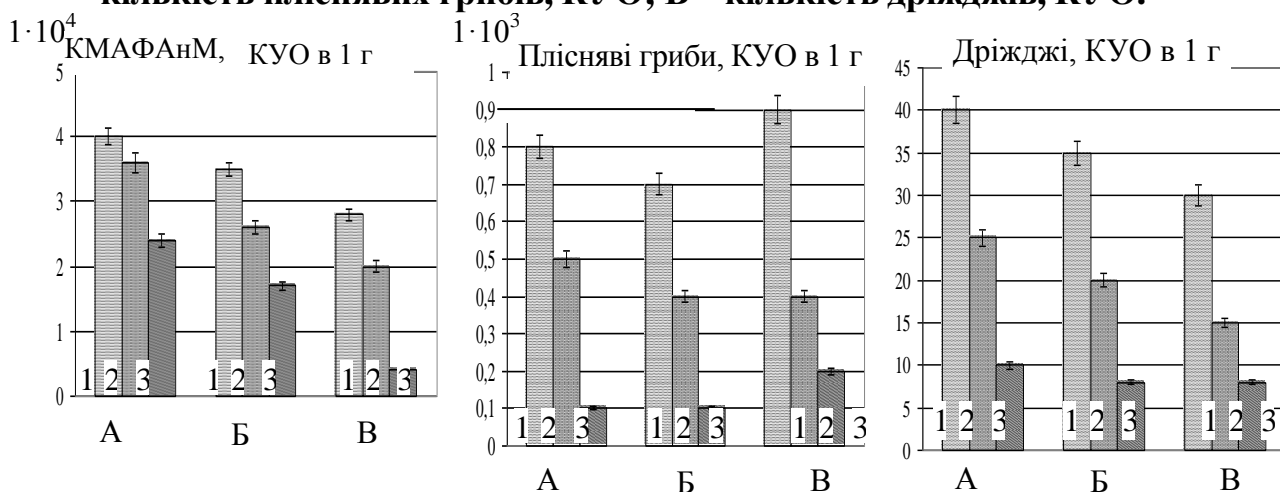
## **2.5. Вплив попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на мікробіологічні показники напівфабрикатів**

Відомо, що одним із важливих показників якості продуктів, які регламентуються нормативно-технічною документацією, є мікробіологічні показники. В традиційних технологіях отримання функціональних напівфабрикатів добавок із ягід та фруктів ця проблема вирішується частково, при підготуванні сировини перед подрібненням і подальших технологічних операціях за допомогою бланшування. Оскільки в даній роботі цю операцію передбачається вилучити, то одним із завдань було визначення впливу попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ електромагнітного поля на мікрофлору сировини, що досліджується (калини, бузини чорної, горобини чорноплідної). Для реалізації поставленої цілі використовували свіжі ягоди (як контроль), ягоди, які піддавали бланшуванню протягом  $6\cdot 60$  с (перший етап підготовки ягід і отримання пюре механічним способом за традиційною схемою) і оброблені у ВШФЧ електромагнітного поля з величиною магнітної індукції  $0,13\text{ Тл}$  протягом  $55\ldots 60$  с (час який є оптимальним для збереження БАР в дикорослих ягодах, як це було показано раніше в розділі 2.3), а також через кожні  $15$  с. При цьому контролювали основні мікробіологічні показники, які передбачені ГОСТами, технічними умо-

вами і СанПиНами Міністерства Охорони здоров'я України на аналогічні продукти: загальну кількість коліформних мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, дріжджів і пліснявих грибів, а також патогенних мікроорганізмів, в тому числі *Staphylococcus aureus* і БГКП (бактерії групи кишкової палички – *Escherichia coli*). Результати мікробіологічних досліджень свіжих ягід, бланшованих і оброблених у ВШФЧ приведені в таблиці 2.10 і на рис 2.12....2.13.



**Рис. 2.12** Вплив обробки у ВШФЧ ЕМП на мікробіологічні показники чорноплідної горобини в залежності від тривалості обробки: А –КМАФАнМ, КУО; Б – кількість пліснявих грибів, КУО; В – кількість дріжджів, КУО.



**Рис. 2.13** Вплив обробки у ВШФЧ електромагнітного поля і бланшування на мікробіологічні показники калини (А), бузини чорної (Б), чорноплідної горобини (В): 1 – свіжі ягоди, 2 – бланшовані та подрібнені, 3 – ягоди, які оброблені у ВШФЧ; мікробіологічні показники: I –КМАФАнМ, КУО; II – кількість пліснявих грибів, КУО; III – кількість дріжджів, КУО.

Таблиця 2.10

## Порівняльна мікробіологічна оцінка дикорослих ягід, оброблених у ВШФЧ та бланшованих

Ягоди	Показники	Допустимі норми згідно з Сан-Пин	Свіжі ягоди (контроль)	Бланшовані ягоди	Зменшення кількісних мікробних показників при бланшуванні, %	Обробка у ВШФЧ ЕМП	Зменшення кількісних мікробних показників при обробці у ВШФЧ, %	Зменшення кількісних мікробних показників при обробці у ВШФЧ, в порівнянні з бланшуванням
Калина	КМАФАнМ, КУО в 1 г	$5,0 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^4$	$3,6 \cdot 10^4$	10,0	$2,4 \cdot 10^4$	40,0	в 4 рази
	Дріжджі, КУО в 1 г	$1,0 \cdot 10^3$	$0,8 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^3$	36,0	$0,1 \cdot 10^3$	84,0	в 2,3 рази
	Плісняві гриби, КУО в 1 г	50,0	40,0	25,0	38,0	10,0	75,0	в 3 рази
	БГКП, в 0,1 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	–	Не виявлено	–	–
Бузина чорна	КМАФАнМ, КУО в 1 г	$5,0 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^4$	$2,6 \cdot 10^4$	30,0	$1,7 \cdot 10^4$	51,0	в 1,5 рази
	Дріжджі, КУО в 1 г	$1,0 \cdot 10^3$	$0,7 \cdot 10^3$	$0,4 \cdot 10^3$	43,0	$0,1 \cdot 10^3$	88,0	в 2,1 рази
	Плісняві гриби, КУО в 1 г	50,0	35,0	20,0	49,0	8,0	77,0	в 1,6 рази
	БГКП, в 0,1 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	–	Не виявлено	–	–
Чорноплідна горобина	КМАФАнМ, КУО в 1 г	$5,0 \cdot 10^4$	$2,8 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^4$	30,0	$0,4 \cdot 10^4$	86,0	в 2,8 рази
	Дріжджі, КУО в 1 г	$1,0 \cdot 10^3$	$0,9 \cdot 10^3$	$0,4 \cdot 10^3$	56,0	$0,2 \cdot 10^3$	78,0	в 1,5 рази
	Плісняві гриби, КУО в 1 г	50,0	30,0	15,0	50,0	8,0	80,0	в 1,6 рази
	БГКП, в 0,1 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	–	Не виявлено	–	–

Показано, що при обробці ягід в ВШФЧ електромагнітного поля, по мірі збільшення тривалості, суттєво знизилась як кількість мікроорганізмів, так і дріжджів та пліснявих грибів (рис. 2.12).

Встановлено, що при обробці дикорослих ягід у ВШФЧ протягом 60 с кількість МАФАНМ зменшилась на 40...86%, дріжджів на 78...88%, пліснявих грибів на 75...80% (таблиця 2.10, рис. 2.13). Патогенних мікроорганізмів не знайдено. Показано також, що обробка дикорослих ягід у ВШФЧ порівняно з бланшованими призводить до більш суттєвого зменшення кількості мікроорганізмів, дріжджів та пліснявих грибів. Так, кількість мікроорганізмів зменшилась у 1,5...4 рази, дріжджів – у 1,5...2,3 рази, пліснявих грибів – у 1,6...3 рази.

Таким чином, виявлено, що попередня обробка дикорослих ягід (калини, чорноплідної горобини, бузини чорної) у ВШФЧ змінного електромагнітного поля з величиною магнітної індукції 0,13 Тл протягом 55...60 с призводить до суттєвого зниження кількості мікроорганізмів (на 40...86%), дріжджів (на 78...88%), пліснявих грибів (на 75...80%).

Отже, електромагнітна обробка дикорослих ягід у ВШФЧ змінного обертового ЕМП призводить до підвищення антимікробного і антигрибкового ефекту та значно більшого чим при бланшуванні.

Механізм антибактеріальної дії обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля, очевидно, пов'язаний з поляризацією і суттєвою переорієнтацією диполів води в одному напрямку, що призводить до істотного пошкодження, деформації і руйнування вегетативних клітин мікроорганізмів (одноклітинних мікроскопічних грибів, дріжджів, пліснявих грибів).

Показано також, що функціональні напівфабрикати добавок, які отримані із дикорослих ягід при обробці у ВШФЧ змінного ЕМП, за мікробіологічними показниками відповідають вимогам ГОСТ і МБТ и СН №5061 (табл. 2.10).

Таким чином, електромагнітну обробку в ВШФЧ дикорослих ягід з науково обґрунтованими технологічними режимами можна рекомендувати для розробки нових технологій функціональних напівфабрикатів добавок і подальшого використання як загусників, поліпшувачів кольору, джерел біологічно акти-

вних речовин під час виготовлення желейних страв, а також різних продуктів харчування на підприємствах ресторанного господарства.

## **2.6. Розробка технологій функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід з використанням ВШФЧ змінного електромагнітного поля**

В даний час в Україні спостерігається дефіцит функціональних напівфабрикатів добавок – натуральних поліпшувачів кольору із ягід, в тому числі і дикорослих. Існуючі технології переробки плодів і ягід в консервовані продукти, напівфабрикати приводять до суттєвих втрат БАР (безпосередньо L-аскорбінової кислоти, антоціанових барвних речовин тощо) від 20 до 80% [2, 47]. В зв'язку з цим актуальним є розробка технологій ФНД із дикорослих ягід, які б максимально зберігали барвні та інші БАР вихідної сировини.

Описані в даній роботі дослідження були направлені на створення такої технології. Як відмічалось, нова технологія одержання гомогенізованих пасто-подібних ФНД із дикорослих ягід відрізняється від традиційної тим, що вилучається стадія бланшування і вноситься використання електрофізичного методу обробки сировини, безпосередньо у вихровому шарі феромагнітних часток змінного електромагнітного поля.

В цій роботі розроблено дві технології одержання ФНД із дикорослих ягід, які включають після обробки у ВШФЧ подальше подрібнення (протирання на протиральних машинах, гомогенізацію) і далі одна із технологій включає теплову обробку (пастеризацію і гарячий розлив), друга – низькотемпературне швидке заморожування (до температури  $-35^{\circ}\text{C}$  і зберігання при низьких температурах).

Рациональні режими електромагнітної обробки науково обґрунтовані в попередніх підрозділах 2.3...2.5 розділу 2. Так, наприклад, електромагнітна обробка дикорослих ягід відбувається в апаратах типу ВА-100 у ВШФЧ електромагнітного поля з величиною магнітної індукції 0,13 Тл протягом 55...60 с – час оптимальний як для збереження БАР, біополімерів, так і зменшення мікробного обсіменіння. Встановлено також, що при гомогенізації продукт необхідно

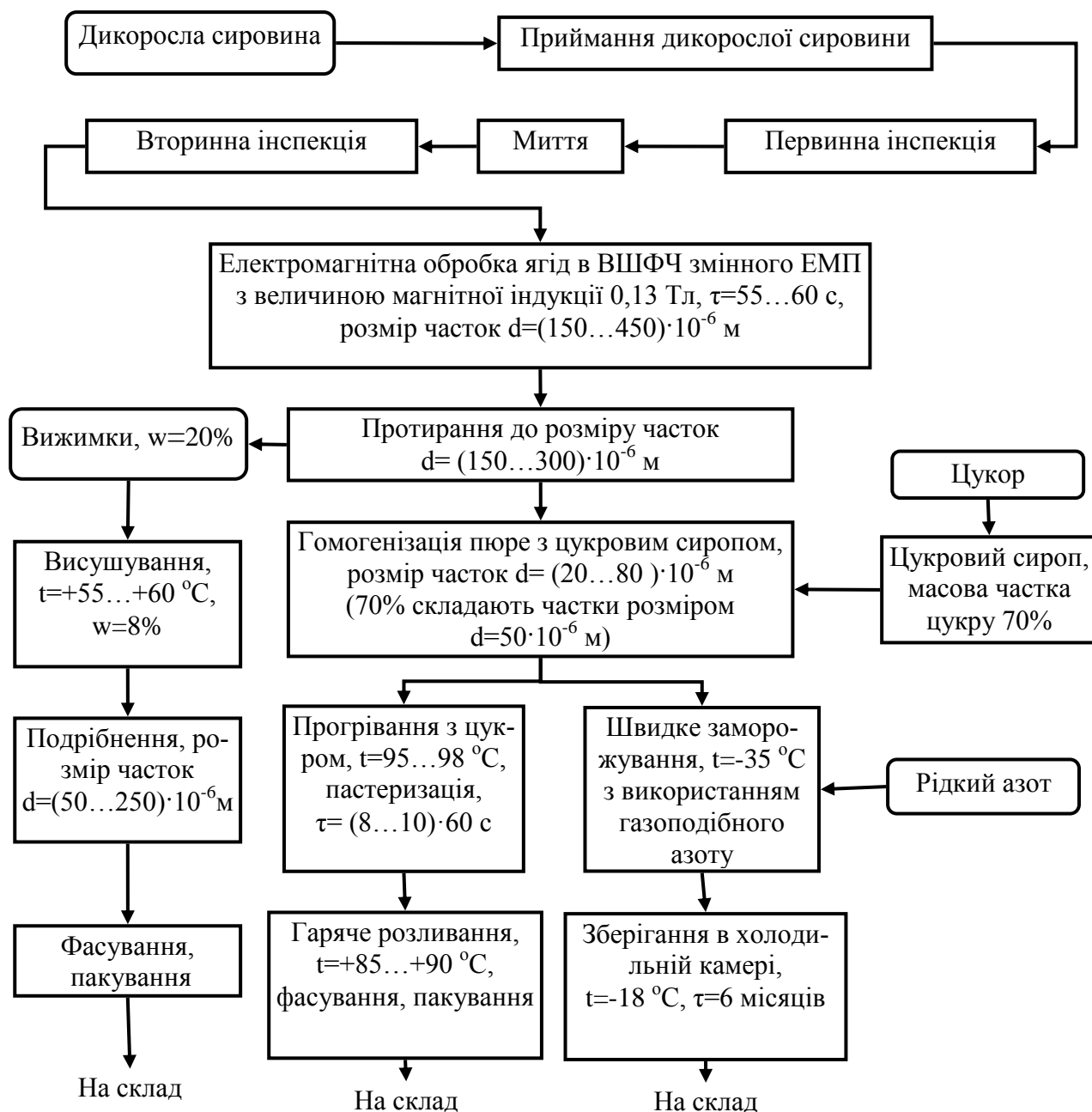
подрібнити до розміру 20...80 мкм. Основна маса частин (70%) має розмір 50 мкм. При гомогенізації в пюре додається 8...10% цукру у вигляді 70% цукрового сиропу і рівномірно розміщується. Додавання цукру пов'язано з його покращенням смакових властивостей готового продукту. Встановлено, що продукт необхідно піддавати короточасній пастеризації протягом  $(8...10) \cdot 60$  с при температурі 95...98 °С і застосовувати гарячий розлив в скляну тару.

Вижимки із ягід, які складають 10...15%, доцільно переробляти за технологією, яка розроблена в НЛФ „Кріас-1” для чорноплідної горобини з використанням кріогенного подрібнення. Сушити вижимки рекомендується при температурі +55...+60 °С до вологості не більш 8% і проводити дрібнодисперсне подрібнення до розміру часток 5...50 мкм.

Принципова технологічна схема одержання функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід (калини, бузини чорної, горобини чорноплідної) приведена на рис. 2.14. Технологічний процес складається із наступних основних етапів: приймання сировини, інспекції, миття, вторинної інспекції, електромагнітної обробки ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля з величиною магнітної індукції 0,13 Тл протягом 55...60 с (під час якої отримується пюре з розміром часток 150...450 мкм), далі протирання і отримання пюре з розміром часток 150...300 мкм, перемішування з рецептурною кількістю цукрового сиропу, гомогенізація до розміру часток від 20 до 80 мкм (70% всієї маси має розмір 50 мкм). А далі розроблено дві технології ФНД. Перша – це прогрівання одержаної маси до температури 95...98 °С, пастеризація протягом  $(8...10) \cdot 60$  с і гарячий розлив при температурі не нижче +85...95 °С в скляну тару (3-х літрові балони). Такі напівфабрикати в герметичній упаковці зберігаються без зміни якості 6 місяців. Можна передбачити введення сорбінової кислоти в кількості 0,1%, проте і без неї ФНД із дикорослої сировини добре зберігають свою якість.

Друга технологія – це швидке заморожування ФНД в лотках або блоках певною вагою з використанням рідкого або газоподібного азоту до температури -35 °С (в даний час такий режим визнають найбільш ефективним) і поступове підвищенні температури в холодильній камері при температурі -18 °С і збері-

ганні протягом 6 місяців. Для швидкого заморожування витрати рідкого азоту складають 0,8...1,0 кг на 1,0 кг функціональних напівфабрикатів добавок.



**Рис. 2.14. Принципова технологічна схема одержання функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід (калини, бузини чорної, горобини чорноплідної), оброблених у ВШФЧ змінного ЕМП.**

Перераховані технологічні параметри були обґрунтовані експериментально і відображені в проекті технологічних умов (ТУ У 15.3-01597997-002-2007).

Вижимки (шкірки, насіння або кісточок тощо) з вологістю 20% передба-



чається переробляти наступним способом: висушування віджатої маси при температурі  $+55...+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , подрібнення її в мікрмлині в порошок з розміром часток  $50...250\text{ мкм}$  або з додатковим подрібненням і одержанням дрібнодисперсного порошку з розміром часток  $5...50\text{ мкм}$ , фасування, пакування в крафтмішки з поліетиленовими вкладниками.

Одержані лабораторні зразки гомогенних ФНД із дикорослих ягід та вироблені дослідні партії в промислових умовах (НЛФ „ФІПАР” і ЗАТ „Фіторія”).

В даному розділі також приведені результати комплексного впливу обробки ягід у ВШФЧ електромагнітного поля, подрібнення, теплової та низькотемпературної обробки на біологічно активні речовини готових функціональних напівфабрикатів добавок. При цьому контролювали основні біологічно активні речовини, що прийняті в Міжнародній практиці, та є головними критеріями оцінки якості будь-якої рослинної сировини під час її переробки і зберігання, в тому числі ягід, масову частку L-аскорбінової кислоти, антоціанових барвних речовин, а також загальну кількість мікроорганізмів – КМАФАнМ.

Встановлено, що використання в новій технології комплексної обробки дикорослої сировини (обробки у ВШФЧ, протирання, гомогенізації, пастеризації) призводить майже до повного збереження БАР, також до більш їх повного екстрагування із рослинної сировини (таблиця 2.11, рис. 2.15). Так, масова частка антоціанових барвних речовин вилучається більше на  $19...24\%$ , ніж із вихідної сировини при використанні традиційних хімічних методів, L-аскорбінової кислоти більше на  $11...12\%$ . При використанні другої технології, яка включає на останній стадії приготування ФНД швидке заморожування, зберігання БАР ненабагато вища: на  $15,0...18,8\%$  у L-аскорбінової кислоти і на  $27,0...32,0\%$  у антоціанових барвних речовин. Показано також, що використання у новій технології одержання ФНД комплексної обробки дикорослих ягід (обробка свіжих ягід у ВШФЧ, протирання, гомогенізація пюре з цукровим сиропом, пастеризація) призводить до суттєвого зниження мікроорганізмів (антибактеріальному ефекту) на  $45...85\%$ .

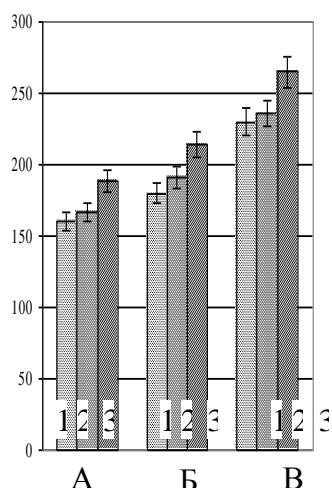
Під час виготовленні ФНД за другою технологією з використанням низькотемпературної обробки пюре на останній стадії – швидкого заморожування

Таблиця 2.11

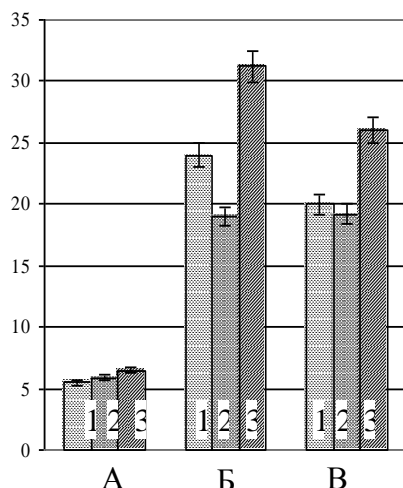
**Вплив нових технологій з використанням обробки у ВШФЧ при одержанні ФНД (без цукру) із дикорослих ягід на збереження БАР і кількість мікроорганізмів**

Об'єкт дослідження	Масова частка				КМАФАнМ	
	L-аскорбінової кислоти		Антоціанових барвних речовин			
	мг в 100 г до СР	% до вихідної сировини	% до СР	% до вихідної сировини	КУО, в 1 г	% до вихідної сировини
Калина (свіжі ягоди)	160,0±8,5	100,0	6,4±0,3	100,0	4,0·10 <sup>4</sup>	100,0
ФПД із калини, які одержані з використанням бланшування	104,0±5,4	65,0	3,6±0,2	65,0	3,0·10 <sup>4</sup>	75,0
ФНД із калини, які одержуються з використанням обробки у ВШФЧ та пастеризації	166,8±8,4	104,2	5,9±0,4	107,0	2,2·10 <sup>4</sup>	55,0
ФНД із калини, які одержуються з використанням обробки в ВШФЧ та швидкого заморожування	188,0±7,6	115,6	6,5±0,5	118,0	2,0·10 <sup>4</sup>	50,0
Бузина чорна (свіжі ягоди)	180,1±6,7	100,0	24,0±2,1	100,0	3,5·10 <sup>4</sup>	100,0
ФНД із бузини, які одержані з використанням бланшування	116,1±7,7	61,7	15,6±2,2	65,0	2,7·10 <sup>4</sup>	77,0
ФНД із бузини, які одержуються з використанням обробки в ВШФЧ та пастеризації	191,0±8,4	128,0	19,0±2,8	79,2	1,4·10 <sup>4</sup>	40,0
ФНД із бузини, які одержуються з використанням обробки в ВШФЧ та швидкого заморожування	214,1±9,6	118,8	31,2±1,8	132,0	1,2·10 <sup>4</sup>	34,3
Горобина чорноплідна (свіжі ягоди)	230,1±10,5	100,0	20,0±1,5	100,0	2,8·10 <sup>4</sup>	100,0
ФНД із горобини, які одержані з використанням бланшування	156,0±9,5	67,8	13,0±1,2	65,0	1,6·10 <sup>4</sup>	57,2
ФНД із горобини, які одержуються з використанням обробки у ВШФЧ та пастеризації	236,0±11,2	103,0	19,2±1,2	96,0	0,4·10 <sup>4</sup>	15,0
ФНД із горобини, які одержуються з використанням обробки у ВШФЧ та швидкого заморожування	265,2±12,4	115,1	17,7±1,8	130,0	0,3·10 <sup>4</sup>	10,7

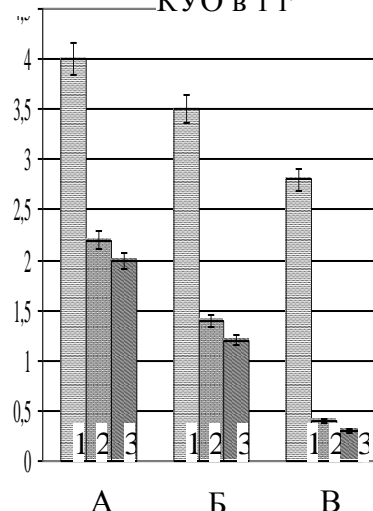
Масова частка L-аскорбінової кислоти, мг в 100 г



Масова частка антоціанових барвних речовин, % до СР



$1 \cdot 10^4$  КМАФАнМ, КУО в 1 г



**Рис. 2.15.** Вплив нових технологій одержання ФНД із дикорослих ягід з використанням електрофізичних методів обробки на збереженість L-аскорбінової кислоти та барвних речовин, загальне обсіменіння мікроорганізмами (КМАФАнМ): А – калина, Б – бузина чорна, В – чорноплідна горобина; 1 – свіжі ягоди, 2 – ФНД з використанням обробки у ВШФЧ, гомогенізації і пастеризації, 3 – ФНД з використанням обробки у ВШФЧ, гомогенізації і швидкого заморожування.

призводило також ще до більш значного зниження загальної кількості мікроорганізмів на 50,0...89,3% (табл. 2.11, рис 2.15).

Таким чином, нові пастоподібні ФНД із дикорослих ягід, які одержані за розробленими новими технологіями майже повністю зберігають БАР і можуть бути використані як натуральні поліпшувачі кольору, як джерела біологічно активних речовин, як загусники в різні продукти харчування (желейні страви: желе, самбуки, муси, креми, а також коктейлі, сиркові страви, соки, морси тощо).

## 2.7. Визначення якості функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід одержаних за новою технологією з використанням ВШФЧ

В готових ФНД із дикорослих ягід визначали органолептичні, фізико-хімічні показники, а також вміст біологічно активних і поживних речовин. У нових ФНД визначали наступні БАР: антоціанові барвні речовини фенольної

природи, L-аскорбінову кислоту, низькомолекулярні фенольні сполуки такі як оксикоричні кислоти (за хлорогеновою кислотою), флавонові глікозиди (за рутином), високомолекулярні фенольні сполуки (за таніном), мінеральні речовини (K, Na, Ca, Mg, P, Fe), пектинові речовини, целюлозу. Крім того контролювали вміст загальної кількості цукрів, органічних кислот, білка, вологи і мікробіологічні показники, які передбачені нормами СанПіН України.

Результати експериментальних досліджень представлені в таблиці 2.12.

*Таблиця 2.12*

**Вміст біологічно активних і поживних речовин в ФНД із калини, бузини чорної і чорноплідної горобини (з цукром)**

БАР і поживні речовини	Масова частка речовин у ФНД		
	Із калини	Із бузини чорної	Із горобини чорноплідної
1	2	3	4
Антоціанові барвні речовини, %	1,3±0,3	4,2±0,2	3,9±0,3
Фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою), мг у 100 г	152,0±5,2	580,0±11,4	540,0±12,3
Флавонові глікозиди (за рутином), мг у 100 г	200,0±8,1	135,0±4,8	151,0±4,9
Дубильні речовини (за таніном), мг у 100 г	90,0±3,6	214,0±7,3	310,0±10,4
Вітаміни (мг у 100 г):			
L-аскорбінова кислота	32,9±4,9	36,4±5,1	46,8±6,0
β-каротин	1,10±0,02	0,80±0,03	2,30±0,02
α-токоферол	2,00±0,04	0,90±0,04	1,50±0,02
Мінеральні речовини (мг у 100 г):			
калій	186,0±3,6	204,0±4,2	140,0±3,2
кальцій	28,0±0,4	24,0±0,7	41,0±1,5
магній	15,0±0,6	16,0±0,8	12,0±0,3
фосфор	26,0±0,7	33,0±1,1	21,0±0,6
натрій	21,0±0,5	16,0±0,4	14,0±0,3
залізо	0,27±0,01	0,20±0,01	0,28±0,01

Прод табл. 2.12

1	2	3	4
Загальний цукор, %	15,6±0,1	14,1±0,2	13,3±0,4
Целюлоза, %	0,80±0,02	0,90±0,03	1,80±0,05
Пектинові речовини, %	1,30±0,04	1,20±0,01	1,10±0,01
Білок, %	0,40±0,01	0,60±0,02	0,40±0,02
Органічні кислоти (за яблучною кислотою), %	1,80±0,03	0,6±0,02	0,4±0,01

Встановлено, що функціональні пастоподібні напівфабрикати добавки із дикорослих ягід відмічаються високим вмістом БАР, особливо антоціанових барвних речовин і найвищий – в напівфабрикаті з бузини чорної. Так, в ФНД із бузини чорної частка барвних речовин склала 4,2%, із чорноплідної горобини – 3,9%, із калини – 1,3%.

Показано, що функціональні напівфабрикатів добавки із дикорослих ягід з вмістом вологи 77...78 % відрізняються високим вмістом загальної кількості фенольних сполук від 540 до 580 мг в 100 г, за виключенням калини – 152,0 мг в 100 г. Крім того міститься значна кількість флавонолових глікозидів 135...200 мг в 100 г, поліфенолів від 214 до 310 мг в 100 г.

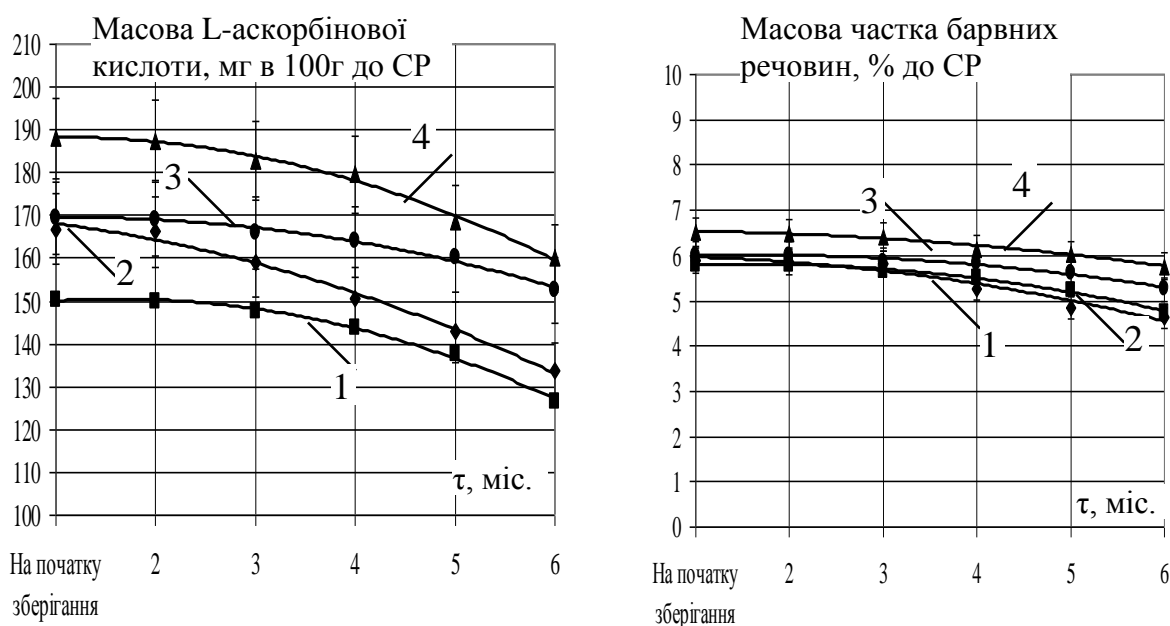
Показано також, що вміст аскорбінової кислоти в функціональних добавках складає половину добової потреби у вітаміні С (32,9...46,8 мг в 100 г). Встановлено, що вміст пектинових речовин в них складає 1,1...1,3%, целюлози від 0,8 до 1,8%, білка 0,4...0,6%, цукрів 13,3...15,6% (табл. 3.12). За хімічним складом нові функціональні пастоподібні добавки перевищують існуючі вітчизняні аналоги (в 1,2...1,5 рази).

## **2.8. Дослідження якості функціональних пастоподібних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід в процесі зберігання**

В задачу даної роботи входило також вивчення якості ФНД із дикорослих ягід в процесі зберігання. Було вивчено якість ФНД в процесі зберігання,

які виготовлялись за двома технологіями, з додаванням цукру (у кількості 8...10%) і без нього. В технології з використанням гарячого розливу і пастеризації зберігання проводили в скляній тарі (ємністю 3 л) при кімнатній температурі +18...+22 °С в затемненому приміщенні протягом 7 місяців.

В технології з використанням швидкого замороження продукт заморожували з високою швидкістю з використанням рідкого азоту до температури -35 °С в лотках вагою 1 кг, які потім пакували в пластикові коробки і зберігали в морозильних камерах при температурі -18 °С протягом 7 місяців. При цьому контролювали масову частку води, L-аскорбінової кислоти, барвних речовин, а також загальну кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів. Результати досліджень приведені в таблицях 2.13...2.15 і на рис. 2.16.



**Рис. 2.16.** Зміни вмісту L-аскорбінової кислоти та барвних речовин у ФНД із калини під час зберігання: 1– ФНД з використанням обробки у ВШФЧ, гомогенізації і пастеризації, 2 – ФНД з використанням обробки у ВШФЧ, гомогенізації і пастеризації з цукром, 3 – ФНД з використанням обробки у ВШФЧ, гомогенізації і швидкого заморожування, 4 – ФНД з використанням обробки у ВШФЧ, гомогенізації і швидкого заморожування з цукром.

Показано, що якість ФНД протягом 6 місяців не змінювалось, але дещо знизилась кількість L-аскорбінової кислоти і барвних речовин.

Таблиця 2.13

## Вивчення якості ФНД із калини в процесі зберігання

№ зразка	Тривалість зберігання, міс.	Масова частка					Загальна кількість МАФАнМ, КУО в 1 г
		вологості, %	L-аскорбінової кислоти		антоціанових барвнич речовин		
			мг в 100 г до СР	% до вихідної сировини	% до СР	% до вихідної сировини	
1	ФНД (з використанням пастеризації)						
	На початку зберігання	88,0	166,80	100,0	5,90	100,0	2,2·10 <sup>4</sup>
	2		166,13	99,6	5,85	99,2	2,3·10 <sup>4</sup>
	3		158,96	95,3	5,82	98,6	2,5·10 <sup>4</sup>
	4		150,45	90,2	5,27	89,4	2,9·10 <sup>4</sup>
	5		142,78	85,6	4,86	82,3	3,1·10 <sup>4</sup>
	6		133,61	80,1	4,63	78,4	3,2·10 <sup>4</sup>
	7		117,09	70,2	3,89	65,9	3,3·10 <sup>4</sup>
2	ФНД (з використанням пастеризації та цукру 10 %)						
	На початку зберігання	78,1	150,20	100,0	5,8	100,0	2,2·10 <sup>4</sup>
	2		149,90	99,8	5,77	99,5	2,2·10 <sup>4</sup>
	3		147,50	98,2	5,65	97,4	2,3·10 <sup>4</sup>
	4		143,59	95,6	5,50	94,8	2,5·10 <sup>4</sup>
	5		137,43	91,5	5,23	90,2	2,8·10 <sup>4</sup>
	6		126,47	84,2	4,73	81,6	3,0·10 <sup>4</sup>
	7		123,16	82,0	4,63	79,9	3,2·10 <sup>4</sup>
3	ФНД (з використанням заморожування)						
	На початку зберігання	88,0	188,00	100,0	6,50	100,0	2,0·10 <sup>4</sup>
	2		187,44	99,7	6,49	99,8	2,2·10 <sup>4</sup>
	3		182,92	97,3	6,42	98,7	2,4·10 <sup>4</sup>
	4		179,54	95,5	6,14	94,4	2,6·10 <sup>4</sup>
	5		168,45	89,6	6,02	92,6	2,8·10 <sup>4</sup>
	6		159,99	85,1	5,77	88,7	3,0·10 <sup>4</sup>
	7		154,72	82,3	5,55	85,4	3,1·10 <sup>4</sup>
4	ФНД (з використанням заморожування та цукру 10%)						
	На початку зберігання	78,2	169,50	100,0	6,00	100,0	2,0·10 <sup>4</sup>
	2		169,16	99,8	5,99	99,9	2,1·10 <sup>4</sup>
	3		165,94	97,9	5,87	97,8	2,2·10 <sup>4</sup>
	4		163,91	96,7	5,81	96,9	2,3·10 <sup>4</sup>
	5		160,18	94,5	5,61	93,5	2,5·10 <sup>4</sup>
	6		152,55	90,0	5,26	87,6	2,7·10 <sup>4</sup>
	7		147,47	87,0	5,15	85,9	2,9·10 <sup>4</sup>

Таблиця 2.14

## Вивчення якості ФНД із бузини чорної в процесі зберігання

№ зразка	Тривалість зберігання, міс.	Масова частка					Загальна кількість МАФАНМ, КУО в 1 г
		Вологи, %	L-аскорбінової кислоти		антоціанових барвних речовин		
			мг в 100 г до СР	% до вихідної сировини	% до СР	% до вихідної сировини	
1	ФНД (з використанням пастеризації)						
	На початку зберігання	86,4	191,00	100,0	19,00	100,0	$1,4 \cdot 10^4$
	2		190,05	99,5	18,92	99,6	$1,5 \cdot 10^4$
	3		182,98	95,8	18,54	97,6	$1,7 \cdot 10^4$
	4		174,57	91,4	17,18	90,4	$1,9 \cdot 10^4$
	5		164,64	86,2	16,02	84,3	$2,1 \cdot 10^4$
	6		157,58	82,5	15,09	79,4	$2,3 \cdot 10^4$
	7		139,81	73,2	12,90	67,9	$2,5 \cdot 10^4$
2	ФНД (з використанням пастеризації та цукру 8 %)						
	На початку зберігання	77,2	160,00	100,0	18,00	100,0	$1,4 \cdot 10^4$
	2		159,36	99,6	17,93	99,6	$1,5 \cdot 10^4$
	3		157,44	98,4	17,44	96,9	$1,6 \cdot 10^4$
	4		151,36	94,6	17,14	95,2	$1,8 \cdot 10^4$
	5		147,52	92,2	16,60	92,2	$1,9 \cdot 10^4$
	6		138,24	86,4	14,96	83,1	$2,0 \cdot 10^4$
	7		133,60	83,5	14,42	80,1	$2,3 \cdot 10^4$
3	ФНД (з використанням заморожування)						
	На початку зберігання	86,4	214,10	100,0	32,10	100,0	$1,2 \cdot 10^4$
	2		213,46	99,7	32,04	99,8	$1,3 \cdot 10^4$
	3		210,89	98,5	31,43	97,9	$1,4 \cdot 10^4$
	4		205,32	95,9	30,62	95,4	$1,5 \cdot 10^4$
	5		193,97	90,6	29,72	92,6	$1,7 \cdot 10^4$
	6		184,55	86,2	28,79	89,7	$1,8 \cdot 10^4$
	7		179,20	83,7	27,80	86,6	$2,0 \cdot 10^4$
4	ФНД (з використанням заморожування та цукру 8 %)						
	На початку зберігання	77,2	195,80	100,0	28,70	100,0	$1,2 \cdot 10^4$
	2		195,41	99,8	28,67	99,9	$1,3 \cdot 10^4$
	3		191,30	97,7	28,36	98,8	$1,4 \cdot 10^4$
	4		189,34	96,7	28,10	97,9	$1,5 \cdot 10^4$
	5		186,99	95,5	27,70	96,5	$1,6 \cdot 10^4$
	6		178,18	91,0	25,80	89,9	$1,8 \cdot 10^4$
	7		168,39	86,0	24,88	86,7	$1,9 \cdot 10^4$



Таблиця 2.15

## Вивчення якості ФНД із горобини чорноплідної в процесі зберігання

№ зразка	Тривалість зберігання, міс.	Масова частка					Загальна кількість МАФАНМ, КУО в 1 г
		вологи, %	L-аскорбінової кислоти		антоціанових барвних речовин		
			мг в 100 г до СР	% до вихідної сировини	% до СР	% до вихідної сировини	
1	ФНД (з використанням пастеризації)						
	На початку зберігання	86,0	236,00	100,0	19,20	100,0	$0,4 \cdot 10^4$
	2		235,06	99,6	19,08	99,4	$0,5 \cdot 10^4$
	3		226,80	96,1	18,84	98,1	$0,7 \cdot 10^4$
	4		215,70	91,4	17,26	89,9	$0,9 \cdot 10^4$
	5		204,14	86,5	15,99	83,3	$1,0 \cdot 10^4$
	6		191,63	81,2	15,24	79,4	$1,3 \cdot 10^4$
	7		168,03	71,2	12,71	66,2	$1,5 \cdot 10^4$
2	ФНД (з використанням пастеризації та цукром 8 %)						
	На початку зберігання	78,0	212,70	100,0	17,70	100,0	$0,4 \cdot 10^4$
	2		212,27	99,8	17,63	99,6	$0,5 \cdot 10^4$
	3		209,30	98,4	17,33	97,9	$0,6 \cdot 10^4$
	4		205,47	96,6	16,85	95,2	$0,7 \cdot 10^4$
	5		196,11	92,2	16,50	93,2	$0,9 \cdot 10^4$
	6		181,01	85,1	14,80	83,6	$1,2 \cdot 10^4$
	7		172,29	81,0	12,78	72,2	$1,4 \cdot 10^4$
3	ФНД (з використанням заморожування)						
	На початку зберігання	86,0	265,20	100,0	26,00	100,0	$0,3 \cdot 10^4$
	2		263,61	99,4	25,92	99,7	$0,5 \cdot 10^4$
	3		258,04	97,3	25,56	98,3	$0,6 \cdot 10^4$
	4		250,61	94,5	24,60	94,6	$0,7 \cdot 10^4$
	5		234,17	88,3	24,31	93,5	$0,9 \cdot 10^4$
	6		225,15	84,9	22,75	87,5	$1,2 \cdot 10^4$
	7		214,81	81,0	21,37	82,2	$1,5 \cdot 10^4$
4	ФНД (з використанням заморожування та цукру 8 %)						
	На початку зберігання	78,2	244,00	100,0	23,50	100,0	$0,3 \cdot 10^4$
	2		242,54	99,4	23,48	99,9	$0,4 \cdot 10^4$
	3		241,32	98,9	22,91	97,5	$0,5 \cdot 10^4$
	4		238,39	97,7	22,61	96,2	$0,6 \cdot 10^4$
	5		229,85	94,2	22,23	94,6	$0,9 \cdot 10^4$
	6		224,48	92,0	20,35	86,6	$1,1 \cdot 10^4$
	7		209,84	86,0	19,86	84,5	$1,4 \cdot 10^4$

Так, через 6 місяців кількість L-аскорбінової кислоти зменшилась на 8...10%, в ФНД без цукру на 18...20%, антоціанових барвних речовин на 10...12%, без цукру на 20...22%. Показано також, що заморожені напівфабрикати також зберігались протягом 6 місяців без змін якості, кількість мікроорганізмів практично не змінювалась і знаходилась на рівні вихідних зразків.

Таким чином, ФНД із дикорослих ягід, які одержані за розробленими технологіями відрізняються високим вмістом БАР і антоціанових барвних речовин та протягом 6 місяців зберігають практично свою якість, і можуть бути рекомендовані для виробництва ФНД в підприємствах ресторанного господарства і подальшого використання при виробництві різноманітної харчової продукції.

Авторами монографії вперше науково обґрунтована та доведена доцільність використання обробки дикорослих ягід у вихровому шарі феромагнітних часток змінного електромагнітного поля при отриманні із них пастоподібних функціональних добавок, як способу підвищення якості, високого зберігання антоціаново-фенольного комплексу, трансформації протопектину в розчинну форму і отримання добавок з більш високими драглеутворюючими властивостями та їх використання при виготовленні желейних страв.

Встановлено, що обробка і подрібнення дикорослих ягід у вихровому шарі феромагнітних часток змінного електромагнітного поля з величиною магнітної індукції 0,13 Тл протягом 55...60 с не тільки інактивує окислювані ферменти, але призводить до більш повного вилучення із ягід біологічно активних речовин. Так, масова частка антоціанів збільшується на 28...32%, флавонолових глікозидів на 27...37%, катехінів на 30...36%, L-аскорбінової кислоти на 12...18%. Ці закономірності підтверджені за допомогою спектрів поглинання антоціанових барвних речовин, катехінів, флавонолових глікозидів. Механізм цього процесу пов'язаний очевидно з тим, що при обробці ягід в ВШФЧ відбувається внутрішньомолекулярна і міжмолекулярна перебудова, суттєва орієнтація диполів води в одному напрямку та паралельно відбувається процес перемішування та подрібнення за допомогою феромагнітних часток, які виконують роль ножів, що обертаються в змінному електромагнітному полі, та призводить до значних пошкоджень і руйну-

вання клітин, більш повного вилучення БАР і переходу їх із зв'язаного стану у вільний.

Вперше встановлено, що при обробці ДЯ у ВШФЧ відбувається суттєва активація пектинових речовин, деградація, деструкція та трансформація протопектину (30...40%) в розчинний пектин (його кількість зростає на 50...92% по відношенню до вихідного розчинного пектину) і галактуранову кислоту за рахунок неферментативного руйнування водневих і іонних зв'язків в протопектині і виявляється в суттєвому зростанні органічних кислот (39...50%) за рахунок вільних карбоксильних груп галактуранової кислоти. Показано також, що при попередній обробці ДЯ в ВШФЧ відбувається суттєва деструкція целюлози і кількісне її зменшення на 8...12% та збільшення загальної кількості цукрів на 10...12%, збільшення желейної здатності на 25...30%. Виявлені суттєві відмінності в ІЧ-спектрах вихідних ягід та оброблених в ВШФЧ, зміни і зменшення інтенсивності широкої характерної смужки в області частот  $3000...3500\text{ см}^{-1}$ , що характерна для валентних коливань функціональних ОН-груп, які знаходяться в вільному стані і беруть участь в внутрішньомолекулярних та міжмолекулярних водневих зв'язках як в комплексах біополімер-БАР, так і в самих біополімерах. Це свідчить про руйнування водневих зв'язків в різних комплексах сполук біополімерів з БАР, їх трансформацію у вільний стан, які визначаються і фіксуються хімічними методами і показують про їх більш повну екстракцію із рослинної сировини.

Розроблені нові технології отримання функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід, які відрізняються від традиційних тим, що виключається стадія бланшування і вводиться обробка в ВШФЧ змінного електромагнітного поля та подальше подрібнення, гомогенізацію, і далі одна технологія включає пастеризацію, друга – низькотемпературне швидке замороження. Експериментально встановлені та обґрунтовані раціональні режими, параметри технології. На науково-технічні розробки отримані деклараційні патенти України на винахід.

Встановлено, що обробка у вихровому шарі феромагнітних часток змінного електромагнітного поля дикорослих ягід суттєво зменшує кількість мікроорга-

нізмів в 1,5...4 рази. Механізм антибактеріальної дії обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля, очевидно, пов'язаний з поляризацією і суттєвою переорієнтацією диполів води в одному напрямку, що призводить до істотного пошкодження, деформації і руйнування вегетативних клітин мікроорганізмів (одноклітинних мікроскопічних грибів, дріжджів, пліснявих грибів).

Показано, що функціональні пастоподібні напівфабрикати добавки із дикорослих ягід відмічаються високим вмістом БАР, особливо антоціанових барвних речовин і найбільш високий їх вміст спостерігається в напівфабрикаті з бузини чорної. Так, в ФНД із бузини чорної частка барвних речовин склала 4,2%, із чорноплідної горобини – 3,9%, із калини – 1,3%. Показано також, що заморожені напівфабрикати зберігались протягом 6 місяців без змін якості, кількість мікроорганізмів практично не змінювалась і знаходилась на рівні вихідних зразків.

Таким чином, за допомогою різних методів досліджень показано вплив процесів обробки у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на вільні і зв'язані БАР, біополімери, а також деструкцію і трансформацію полісахаридів (пектинів, целюлози) в розчинну форму, що підтверджують їх унікальний вплив на якість сировини, виявлено механізм цього процесу.

### РОЗДІЛ 3

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ЖЕЛЕЙНИХ СТРАВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ДОБАВОК ІЗ ДИКОРΟΣЛИХ ЯГІД ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Даний розділ присвячений розробці технологій виробництва солодких желейних страв: желе, мусів, самбуків з використанням функціональних пастоподібних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід та традиційного яблучного пюре для закладів харчування. Желейні страви користуються популярністю у населення всіх країн світу. Недоліком їх є те, що вони містять незначну кількість біологічно активних речовин та при їх виготовленні використовуються синтетичні барвні речовини, які часто є шкідливими для організму людини. При виготовленні желейних страв використовують, в основному, імпорتنі згущувачі такі як желатин, пектин, агар, метилцелюлозу та інші. В зв'язку з цим актуальним є пошук та введення компонентів при виготовленні желейних страв, які б мали драглеутворюючі та барвні властивості і високий вміст БАР. В даній роботі, як було показано в розділі 2, розроблені нові функціональні пастоподібні добавки із дикорослих ягід, які мають перелічені необхідні властивості. Тому виникає необхідність використання напівфабрикатів у виробництві желейних солодких страв. Труднощі при застосовуванні пастоподібних добавок із ДЯ при виготовленні желейних страв як основного компонента пов'язані з тим, що вони мають специфічний смак і аромат, і страви з їх використанням відрізняються невисокими органолептичними та споживчими властивостями. Було показано, що пасти із дикорослих ягід краще додавати до яблучного пюре. В зв'язку з цим були проведені дослідження по створенню желейних страв шляхом купажування яблучного пюре з функціональними добавками із дикорослих ягід. Традиційно при виготовленні желейних страв використовуються яблука та продукти їх переробки, соки, повидло, пюре тощо. Це пов'язано з найбільшою доступністю цих продуктів при виготовленні желейних страв та їх високими технологічними і функціональними властивостями. Відомо, що яблучне пюре характеризується здатністю стабілізувати суспензії, піни, утворювати при пев-

них умовах драглі із розчинів, воно є сумісним з будь-якими добавками, а також може набувати їх колір при внесенні, добре гармоніює за смаком і запахом з будь-якими фруктовими чи овочевими добавками [102]. Найбільшого поширення набули купажовані соки, де основним компонентом є яблучний сік. В закладах харчування широко використовується яблучне пюре для виробництва желейних страв, як основного і єдиного фруктового компонента в них. Дослідження щодо розробки купажованих систем яблучного пюре та пастоподібних добавок із дикорослих ягід як основу для виробництва желейних страв не проводились.

В зв'язку з цим в роботі розглянуто можливість використання ФНД із дикорослих ягід при розробці технологій желе, мусів і самбуків та за основу береться яблучне пюре. В цьому розділі матеріали досліджень присвячені:

- розробці технологій виробництва желе, мусів та самбуків на основі яблучного пюре з додаванням функціональних пастоподібних напівфабрикатів добавок з бузини чорної, горобини чорноплідної та калини;
- математичному моделюванню та обґрунтуванню кількості внесення функціональних пастоподібних добавок з бузини чорної, горобини чорноплідної та калини у рецептури желе, мусів та самбуків;
- розробці рецептури желейних страв та вивченню впливу окремих рецептурних компонентів на структурно-механічні властивості желейних страв;
- вивченню впливу кількості внесення пастоподібних напівфабрикатів з БЧ, ГЧ та калини на процеси піно- і драглеутворення в мусах і самбуках;
- вивчення хімічного складу нових желейних страв, мікробіологічних показників та якості в процесі зберігання.

### **3.1. Технологія желейних страв із використанням функціональних напівфабрикатів добавок з бузини чорної, горобини чорноплідної та калини**

На основі проведеного аналізу традиційних технологій розроблені технології приготування желейних страв: желе, мусів, самбуків з використанням функціональних напівфабрикатів добавок з дикорослих ягід та яблучного пюре. Вона від-

різняється від традиційної тим, що в рецептурі проводиться заміна основного продукту (яблучного пюре) на ФНД, який вносяться як збагачувач біологічно активними речовинами, структуроутворювач (сприятиме зменшенню кількості желатину у рецептурах), натуральний покращувач кольору (рис. 3.1). За аналог взято рецептури желе, мусів, самбуків, які готуються на основі яблучного пюре [155].

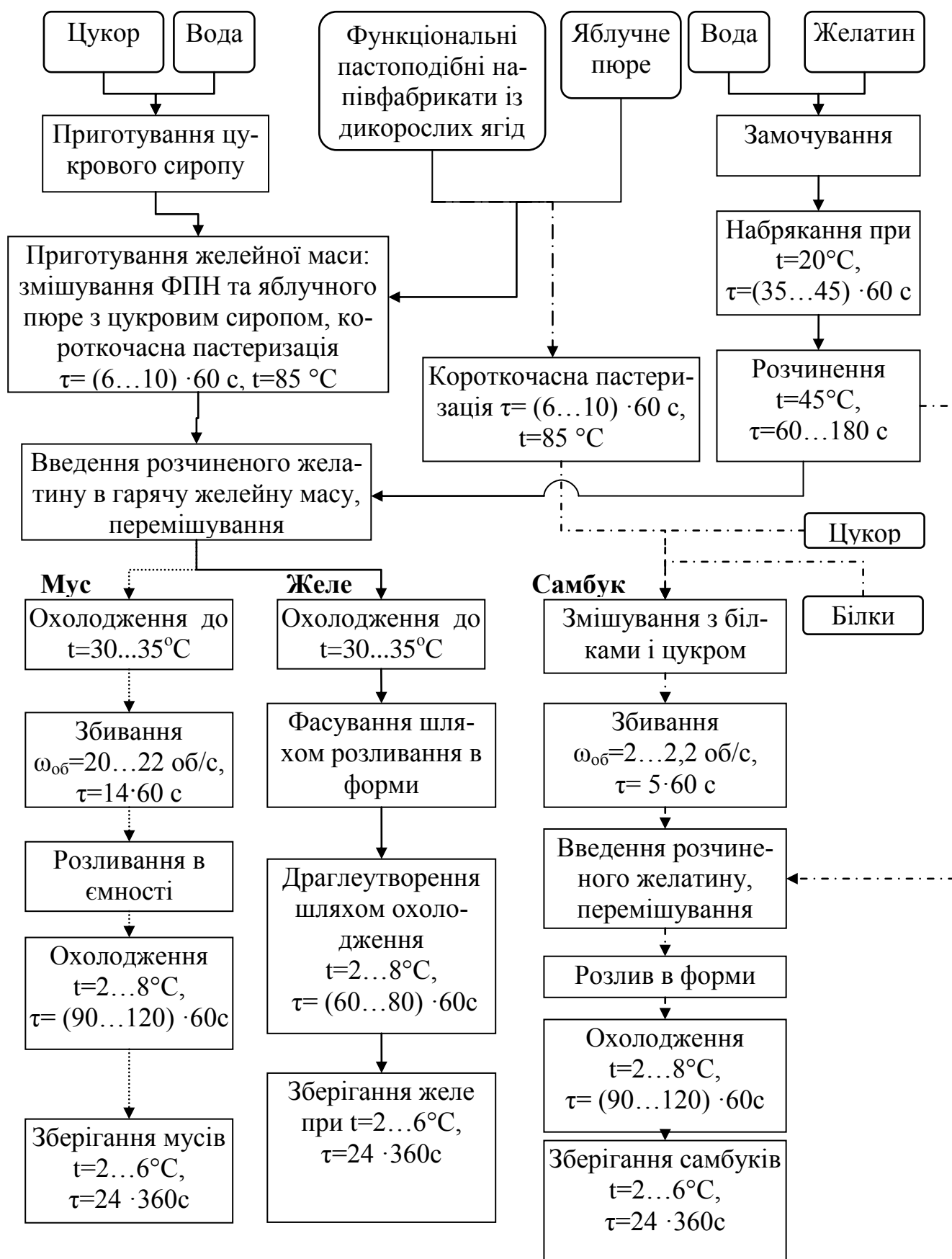
Технологія виробництва желе (рис. 3.1) з використанням функціональних напівфабрикатів добавок передбачає наступні стадії:

- приготування цукрового сиропу: розчинення цукру у воді, доведення до кипіння та проціджування від випадкових домішок;

- приготування розчинного желатину: включає підготування води, замочування желатину з водою у співвідношенні 1:8, набрякання при 20°C протягом (35...45)·60 с, розчинення при 40...45°C протягом 60...180 с, проціджування від домішок. Низька температура розчинення та короткий час прогрівання дозволять максимально зберегти драглеутворюючі властивості желатину.

- приготування желейної маси, відбувається поєднання підготовленого цукрового сиропу з пюре яблучним і пастоподібним напівфабрикатом, проведення термообробки – короткочасної пастеризації протягом (6...10)·60 с. Вагомою технологічною властивістю функціональних напівфабрикатів добавок є ступінь зберігання лабільних речовин (біофлавоноїдів, аскорбінової кислоти), що залежить від технологічних режимів. Слід відмітити, що доцільним є застосування температури 85°C, як найбільш ощадливої [45, 47, 75]. Така температура сприяє збереженню лабільних речовин, забезпечує знищення патогенної вегетативної мікрофлори і дозволяє отримати продукт мікробіологічно безпечний. Збереженню вітаміну Р у великій мірі співдіє аскорбінова кислота, оскільки поліфеноли здатні подавляти дію аскорботази, блокуючи мідь у її складі, тим самим уповільнюючи окислення аскорбінової кислоти, яка здійснює стабілізуючу дію на біофлавоноїди [55].

До отриманої суміші вводиться підготовлений желатиновий розчин, який разом з пектиновими речовинами функціональних напівфабрикатів добавок утворює желе.



**Рис. 3.1. Принципова технологічна схема виробництва мусів, желе, самбуків із використанням функціональних напівфабрикатів добавок та яблучного пюре (ТУ У 15.3-01597997-002-2004).**



– приготування желе плодово-ягідного: передбачає фасування, драглеутворення, зберігання готових страв. Враховуючи три основні процеси, які відбуваються в системі при драглеутворенні: утворення асиметричних ланцюгових елементів, встановлення міжланцюгових контактів, збільшення упорядкованості желатинових систем, драглеутворення системи проводиться при температурі  $2...8^{\circ}\text{C}$  протягом  $(60...80)\cdot 60$  с. При зберіганні утворення желе на  $75...85\%$  відбувається через 24 години [207].

В процесі драглеутворення рухливість частинок (молекул) пектину і желатину поступово зменшується. Під дією флуктуацій на окремих ділянках розчину може накопичуватись велика кількість дегідратованих сахарозою та позбавлених позитивних зарядів органічними кислотами молекул, які асоціюються один з другим через десольватовані ділянки. Сили притягування частинок зосереджені на їх кінцях, що сприяє утворенню просторової сітки за допомогою водневих зв'язків. Вільний простір структурного каркасу заповнюється дисперсійним середовищем, яке адсорбційно зв'язується з сіткою каркасу і твердіє разом з дисперсійною фазою колоїдного розчину в одну суцільну масу без видимого поділу фаз [207, 172].

Після формування желе відбувається поступове ущільнення просторової сітки за рахунок взаємодії полярних груп макромолекул, іонізованих груп, які несуть електричний заряд різного знаку. При цьому відбувається упорядкування окремих ділянок молекул. Такі ділянки як правило орієнтуються паралельно одна одній, так як таке орієнтування сприяє зменшенню вільної енергії системи.

Як відомо у виробництві солодких страв значне місце належить мусам та самбукам. Виробництво мусу відрізняється від виробництва желе видом ФНД з якої готують страви і кінцевою стадією приготування. Відмінність у виробництві полягає у збільшенні кількості операцій: охолодження до  $30...35^{\circ}\text{C}$  желевної маси та її збивання до піноподібної фази (рис 3.1.). Технологія виробництва самбуків відрізняється кількістю яблучного пюре, внесенням білка у рецептуру та технологією виробництва збитого виробу (рис 3.1.).

Роль піноутворювачів та стабілізаторів системи в технології приготування мусів відіграють пектинові речовини та желатин, а в самбуках білок курячого яйця, також пектинові речовини та желатин. Ці речовини здатні збільшувати в'язкість водних розчинів. Збільшення в'язкості знижує швидкість витікання рідини з піни, і відповідно, покращує процес піноутворення. Поступово в рідких станах піни проходять процес драглеутворення. Піна переходить в інший клас дисперсних систем: газ-тверда речовина і плівки піни здобувають механічну міцність, еластичність, пружність.

З метою визначення кількості внесення функціональних напівфабрикатів добавок з бузини чорної, горобини чорноплідної та калини у рецептури желе, мусів та самбуків та концентрації желатину застосовано математичне моделювання та планування експерименту.

### 3.1.1. Математичне моделювання та обґрунтування кількості внесення функціональних напівфабрикатів добавок з бузини чорної, горобини чорноплідної та калини у рецептури желе

З метою визначення оптимальних параметрів технології виробництва солодких желе стрів проведено математичне моделювання планування експерименту. Початком експериментального дослідження є збирання, вивчення і аналіз всіх даних про об'єкт та вибір найбільш суттєвих факторів з приблизно встановленими граничними змінними та урахування їх сумісності. На основі вибраних факторів і їх граничних інтервалів складається план-матриця експерименту. Відповідно до плану проводиться експеримент. За результатами реалізації плану отримується математична модель процесу і визначаються її оптимальні параметри. Результати теоретичних розрахунків перевіряються експериментально для кожного виду ФНД, що обумовлено особливістю їх хімічного складу, реологічних та смакових властивостей.

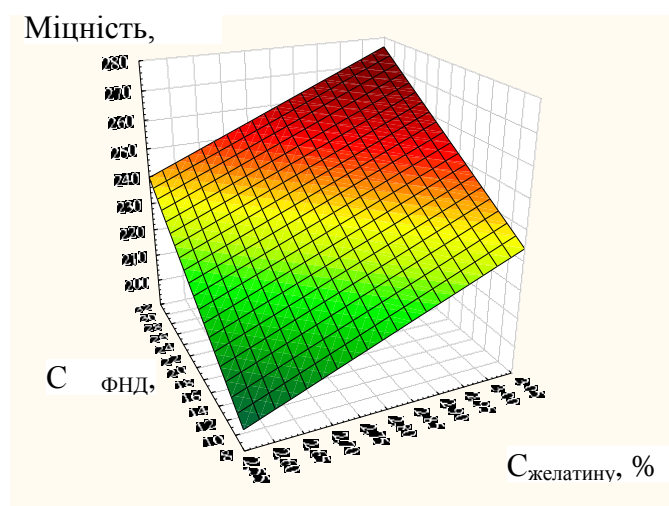
Основними компонентами традиційного желе є пюре яблучне, желатин,

цукор, вода [155]. Із них пюре і желатин виконують основну роль в формуванні структури. Для виготовлення нових видів желе використовується пюре яблучне, частину якого замінюємо на пастоподібний напівфабрикат, що отримується в результаті обробки ягід в індукторі апарату ВА-100. Основними із показників ягідного желе є міцність – здатність продукту чинити опір руйнуванню. Тому метою планування експерименту є визначення залежності міцності желе з купажу пюре яблучного та функціонального напівфабрикату добавок і концентрації желатину. Таким чином, факторами, які впливають на вихід процесу, вибираються концентрації заміни яблучного пюре на пастоподібний напівфабрикат (наприклад, бузини чорної) і желатину, а вихід процесу визначається за міцністю зразків желе.

Вивчення відомостей про технологічний процес виготовлення желе дозволили встановити інтервали варіювання факторів в рецептурах: кількість заміни яблучного пюре на бузинову функціональну напівфабрикат добавок 20...30%, вміст желатину 2,6...3,0 %. За результатами реалізації плану ПФЕ, рівняння процесу має наступний вигляд:

$$\hat{y} = -3,8889 + 73,3333x_1 + 1,7667x_2 \quad (3.1)$$

Модель адекватна експериментальним даним. Графічне відображення поверхні відгуку представлено на рис. 3.2.



**Рис. 3.2. Поверхня відгуку міцності желе в залежності від концентрації функціонального напівфабрикату добавок із бузини чорної та желатину.**

Спостерігаємо лінійну залежність, яка показує що зі збільшенням концентрації пастоподібного напівфабрикату та желатину зростає міцність желе. Тому доцільно взяти за основу страву-контроль “Желе з пюре яблучного”, міцність якої дорівнює 220 г/см<sup>2</sup>.

Використовуючи рівняння залежності встановлюємо, що найближчою є міцність 224 г/см<sup>2</sup> при

кількості заміни яблучного пюре на бузиновий напівфабрикат добавок 25% і зменшення концентрації желатину до 2,5%.

Теоретичні розрахунки перевіряються експериментально для кожного виду сировини (функціональних напівфабрикатів добавок з горобини чорноплідної, бузини чорної, калини). Судження про якість готових страв проводили за реологічною характеристикою такою як міцність. Проте, лінійною залежністю встановлено, що із збільшенням концентрації желатину зростає і даний показник. Тому, з метою зменшити кількість желатину в рецептурі, готували наступні зразки желе із заміною яблучного пюре на функціональний напівфабрикат добавок у кількості 20...30% і концентрації желатину 2,5...2,7%, для вибору таких факторів, які повинні бути кращі або на рівні контролю (220 г/см<sup>2</sup>).

Результати досліджень міцності желе з заміною яблучного пюре на функціональні напівфабрикати добавок із дикорослих ягід наведено в таблиці 3.1.

*Таблиця 3.1*

**Вплив концентрації функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід та желатину на міцність желе**

Номер зразку	Концентрація, %		Міцність желе з ФНД, г/см <sup>2</sup>		
	ФНД (від кількості яблучного пюре)	желатину	з калини	з бузини чорної	з горобини чорноплідної
1	20	2,5	206±3	209±5	205±4
2	20	2,6	211±4	213±4	209±4
3	20	2,7	215±4	216±3	214±3
4	25	2,5	223±3	224±4	221±2
5	25	2,6	226±4	226±4	225±3
6	25	2,7	227±4	227±3	225±3
7	30	2,5	226±5	230±4	225±5
8	30	2,6	235±4	238±5	230±5
9	30	2,7	235±4	238±5	230±4

З таблиці 3.1 видно, що доцільним є заміна яблучного пюре на функціональний напівфабрикат добавок для всіх видів дикорослих до 25% і концентрація желатину до 2,5%, міцність желе на цих рівнях факторів дорівнює 221...224 г/см<sup>2</sup>, яке наближається до контролю (або аналогу) желе з яблучного пюре, де міцність дорівнює 220 г/см<sup>2</sup>. При цьому рН-середовище желе знаходиться в межах 3,5...4,0. З органолептичної точки зору, при такому рН-середовищі встановлено значення кислотності (0,35...0,45% в перерахунку на яблучну кислоту), яке акцентує цілковите відчуття смакових якостей солодких страв. Кислотність, яка встановлюється в желейній масі за рахунок органічних кислот пюре, дає можливість виключити лимонну кислоту з рецептур. Розроблені рецептури желе з використанням функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід з використанням обробки у ВШФЧ змінного електромагнітного поля.

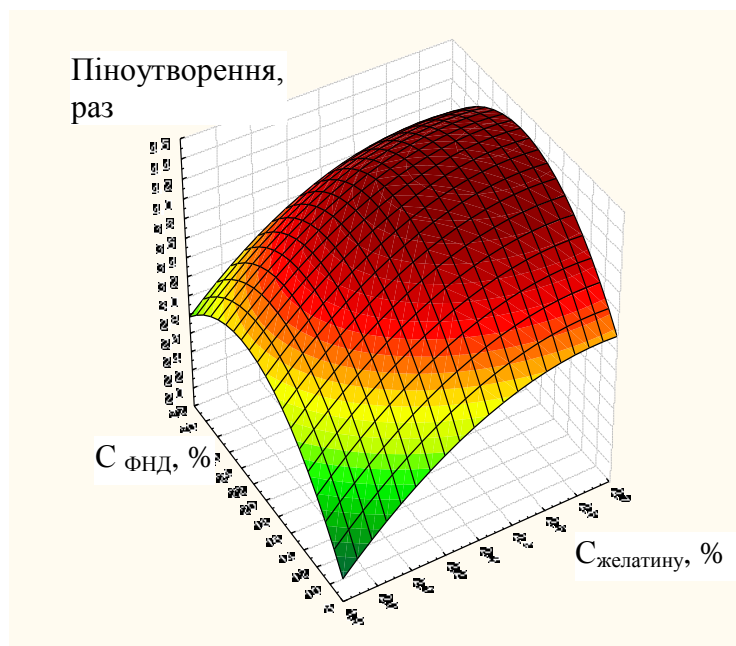
З метою визначення оптимальних параметрів технології виробництва солодких збитих желейних страв мусів і самбуків проведено математичне моделювання планування експерименту. Як відомо, основними компонентами мусів є пюре із плодів і ягід, желатин, цукор, вода. Із них пектинові речовини пюре і желатин виконують основну роль в формуванні структури. Для виготовлення мусів використовуємо пюре яблучне, частину якого замінюємо на нову ФНД.

Основними із фізико-хімічних показників мусів є піноутворююча здатність. Тому метою планування експерименту є визначення залежності піноутворюючої здатності мусів від концентрації желатину та внесеного функціонального напівфабрикату добавок.

Отже, факторами, які впливають на вихід процесу, вибираються концентрація функціонального напівфабрикату (наприклад, калини) та концентрація желатину, а вихід процесу визначається за піноутворюючою здатністю мусів. Аналіз попередніх досліджень технологічного процесу виготовлення мусів дозволили встановити інтервали варіювання факторів в рецептурах: концентрацію напівфабрикату 10...30%, вміст желатину 2,0...2,6%. За результатами реалізації ПФЕ 2<sup>2</sup> отримано наступне рівняння процесу:

$$y = -14,88 + 12,48x_1 + 0,28x_2 - 2,34x_1^2 - 0,01x_1x_2 - 0,006x_2^2. \quad (3.2)$$

Модель адекватна експериментальним даним. Графічне відображення поверхні відгуку представлено на рисунку 3.3.



**Рис. 3.3. Поверхня відгуку піноутворення рецептурної суміші для приготування мусу в залежності від концентрації функціонального напівфабрикату добавок із калини та желатину.**

Математичне описання поверхні відгуку дозволяє визначити піноутворення в будь-якій точці поверхні при будь-яких концентраціях функціонального напівфабрикату та желатину. Теоретичні розрахунки перевірено експериментально для кожного виду функціональних напівфабрикатів (з калини, бузини чорної, горобини чорноплідної). Для цього готували зразки мусів з різною концентрацією пастоподібного напівфабрикату 20...30% та концентрацією желатину 2,0...2,4% і визначали піноутворюючу здатність.

Результати досліджень представлені в таблиці 3.2.

Піноутворення аналогу “Мусу з пюре яблучного”, що взято за контроль, становить 3,75. Показано, що для мусів з додаванням функціональних напівфабрикатів добавок з калини, бузини чорної та горобини чорноплідної подібне піноутворення характерне при концентрації напівфабрикату 25% та концентрації желатину до 2,2 % (відповідно 3,80, 3,78, 3,80 рази).

Розроблені рецептури мусів „Ніжність”, „Рубін”, „Світанок” з використанням функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід.

Таблиця 3.2

**Вплив концентрації функціональних напівфабрикатів добавок із дикорос-  
лих ягід та желатину на піноутворення мусів**

Номер зразку	Концентрація, %		Піноутворення мусу з ФНД, раз		
	ФНД (від кількості яблучного пюре)	желатину	з калини	з бузини чорної	з горобини чорноплідної
1	20	2,0	3,45±0,09	3,40±0,11	3,50±0,12
2	20	2,2	3,55±0,12	3,50±0,12	3,70±0,09
3	20	2,4	3,70±0,08	3,73±0,12	3,74±0,12
4	25	2,0	3,70±0,11	3,73±0,07	3,74±0,11
5	25	2,2	3,80±0,11	3,78±0,13	3,80±0,08
6	25	2,4	3,85±0,12	3,82±0,13	3,85±0,12
7	30	2,0	3,90±0,07	3,90±0,09	3,95±0,11
8	30	2,2	3,80±0,11	3,90±0,12	3,95±0,11
9	30	2,4	3,81±0,13	3,92±0,14	3,98±0,15

До якості готових страв пред'являються наступні вимоги: відповідність кольору, смаку, запаху тому продукту з якого воно виготовлене, пишна однорідна піноподібна маса без грудочок нерозтопленого желатину, яка тримає форму, на поверхні ледь помітні часточки м'якоті пюре.

Основними компонентами самбуків є пюре яблучне, білок, желатин, цукор, вода. Пюре, білок і желатин виконують головну роль в формуванні структури. Для виготовлення самбуків частину пюре яблучного замінюємо на ФНД із ДЯ. На технологічні властивості самбуків, їх харчову цінність впливає концентрація функціонального напівфабрикату. Важливим показником якості самбуків є міцність. Тому метою планування експерименту є визначення залежності міцності самбуків від концентрації напівфабрикату та концентрації желатину. Отже, факторами, які впливають на вихід процесу, вибираються концентрація

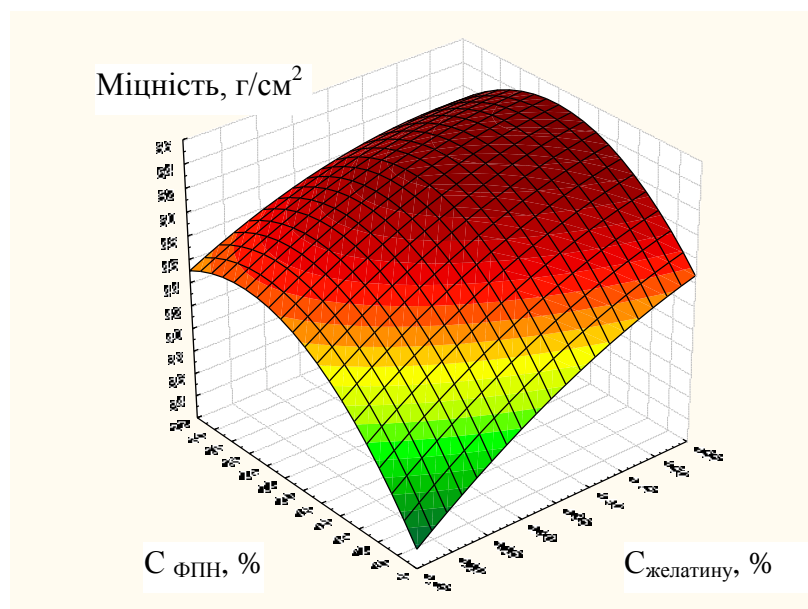
функціонального напівфабрикату добавок (наприклад, горобини чорноплідної) та концентрація желатину, а вихід процесу визначається за міцністю.

Вивчення відомостей про технологічний процес виготовлення самбуків дозволили встановити інтервали варіювання факторів в рецептурах: концентрація пастоподібного напівфабрикату 10...30%, вміст желатину 1,3...1,5%.

За результатами реалізації ПФЕ 2<sup>2</sup> отримано наступне рівняння процесу:

$$y = -96,30 + 147,53x_1 + 2,92x_2 - 40,57x_1^2 - 0,73x_1x_2 - 0,04x_2^2 \quad (3.3)$$

Модель адекватна експериментальним даним. Графічне відображення поверхні відгуку представлено на рисунку 3.4.



**Рис. 3.4. Поверхня відгуку міцності самбуку в залежності від концентрації ФНД із горобини чорноплідної та желатину**

Результати досліджень представлені в таблиці 3.3.

Міцність аналогу “Самбуку з пюре яблучного”, що взято за контроль дорівнює 56 г/см<sup>2</sup>. Показано що, для самбуків з додаванням функціональних напівфабрикатів добавок з горобини чорноплідної, калини та бузини чорної доцільно взяти за основу міцність 56...57 г/см<sup>2</sup> при додаванні напівфабрикату 25% та концентрації желатину до 1,2 %.

Теоретичні розрахунки перевірено експериментально для кожного виду функціональних напівфабрикатів добавок (з горобини чорноплідної, калини, бузини чорної). З цією метою готували зразки самбуків із заміною яблучного пюре на функціональний напівфабрикат у кількості 20...30% (від маси пюре яблучного) та концентрацією желатину 1,2...1,4% і визначали міцність.



**Вплив концентрації функціональних напівфабрикатів добавок  
із дикорослих ягід та желатину на міцність самбуків**

Номер зразку	Концентрація, %		Міцність самбуку з ФНД, г/см <sup>2</sup>		
	ФНД (від кількості яблучного пюре)	желатину	з калини	з бузини чорної	з горобини чорноплідної
1	20	1,2	52±1	54±1	50±1
2	20	1,3	52±1	55±1	53±2
3	20	1,4	56±2	57±2	56±2
4	25	1,2	56±2	57±1	56±2
5	25	1,3	58±2	59±2	57±2
6	25	1,4	60±1	62±1	59±1
7	30	1,2	61±2	63±2	62±3
8	30	1,3	64±3	64±2	63±3
9	30	1,4	65±1	66±1	66±2

Розроблені рецептури самбуків з використанням функціональних напівфабрикатів добавок, отриманих у ВШФЧ змінного ЕМП.

Визначення показників якості готових страв передбачає перевірку не тільки органолептичних, але й структурно-механічних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників.

Одними з основних ознак, які характеризують якість є структурно-механічні показники, які наведено в наступному розділі.

### **3.2. Структурно-механічні та фізико-хімічні властивості желейних страв з використанням функціональних напівфабрикатів добавок із ДЯ**

Дослідження структурно-механічних та фізико-хімічних властивостей харчових продуктів пов'язано з необхідністю технологічного контролю виробництва. Суттєві відхилення від прийнятих норм можуть вплинути не тільки на якість готових страв, але й на проведення окремих технологічних процесів. Тому основ-

ним завданням є визначення змін властивостей продукту, які відбуваються під впливом тих чи інших чинників. За контроль для кожного виду солодкої страви було обрано зразки желе, мусу і самбуку виготовленого з яблучного пюре [155], дослідні зразки желе, мусів і самбуків з використанням функціональних пастоподібних добавок готувались за розробленими рецептурами. Зразки желейних страв досліджувались свіжеприготовлені та після зберігання через 24 години.

Вивчали структурно-механічні властивості желе з додаванням функціональних напівфабрикатів добавок методом одноосного стиснення при температурі 20 °C і навантаженні 30 г. За побудованими кривими кінетики деформації знаходили такі показники як пластичність, пружність, еластичність желе.

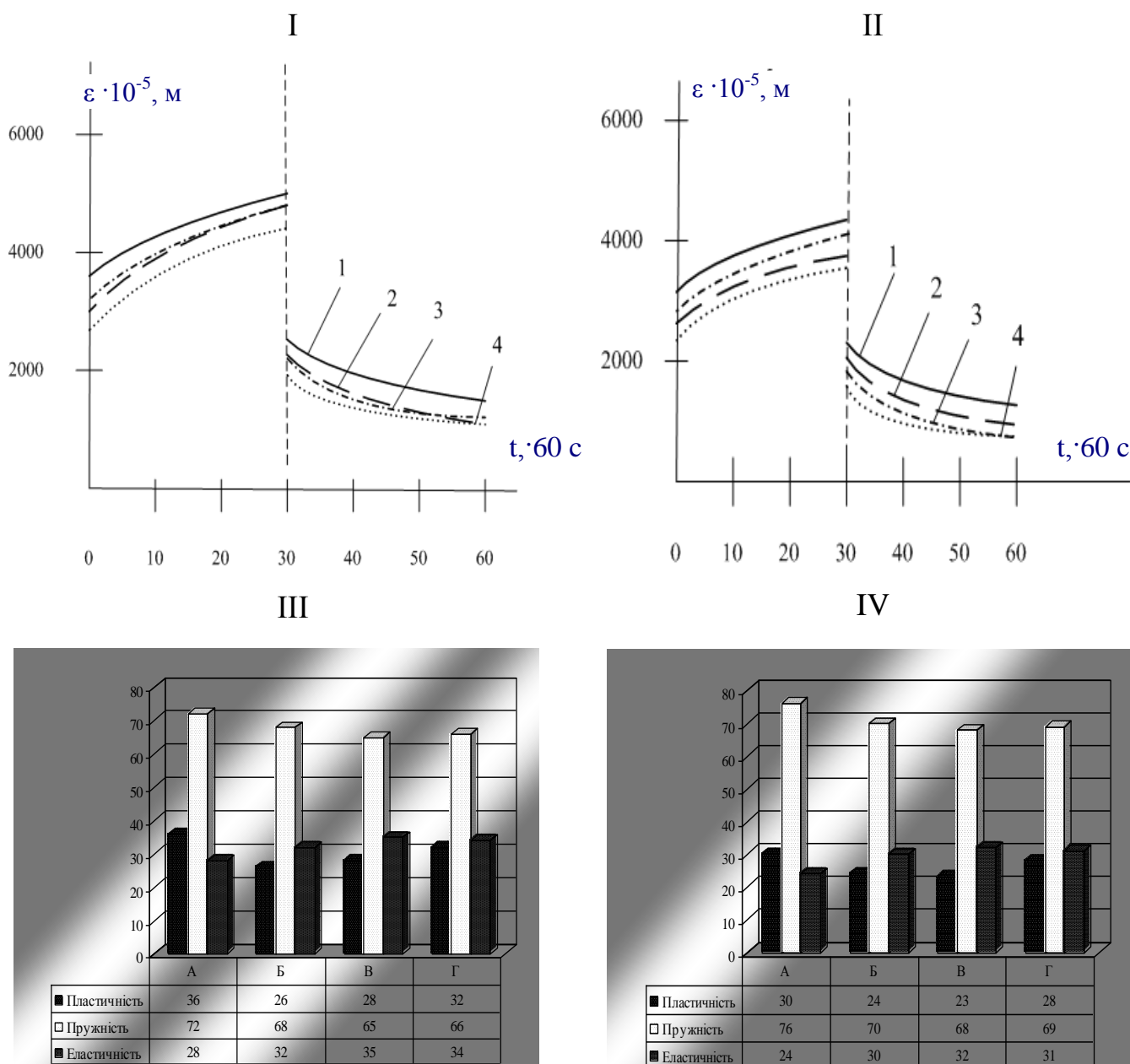
Пінні структури, які складають основу мусів і самбуків, характеризуються такими фізико-хімічними показниками як стійкість та щільність піни. Проводили дослідження щільності мусів і самбуків за кількістю води, яку витісняє виріб об'ємом 100 см<sup>3</sup> при опусканні його в ємність з водою та визначали стійкість страв замірами висоти стовпа піни.

Реологічні криві, які характеризують структурно-механічні властивості нових видів желе з додаванням функціональних напівфабрикатів добавок з бузини чорної, горобини чорноплідної та калини представлені на рис. 3.5.

Характер кривих на рис. 3.5 показує, що деформаційна поведінка систем підкоряється загальним закономірностям: деформація змінюється лінійно і підкоряється закону Гука лише в області дії невеликих сил і протягом досить короткого періоду часу (від початку дії навантаження до 30·60 с). Слід відмітити, що миттєва пружна деформація контрольного зразку ( $3600 \cdot 10^{-5}$ ) дещо вища за дослідні ( $2700 \dots 3200 \cdot 10^{-5}$ ).

Зняття навантаження спричинює відновлення еластичної деформації. В контрольному і дослідних зразках спостерігаються подібні явища відновлення, в той же час в розроблених желе відмічено майже повне відновлення від деформації. Зі збільшенням часу крива асимптотично наближається до деякого кінцевого значення деформації (для контрольного зразка  $1800 \cdot 10^{-5}$ , для дослідних зразків  $(1200 \dots 1300) \cdot 10^{-5}$ ).

За кривими кінетики деформації для свіжовиготовлених зразків розраховані відносні величини: пластичність, пружність, еластичність желе, які представлені на рисунку 3.5.ІІІ.



**Рис. 3.5.** Вплив ФНД із ДЯ на реологічні характеристики желе (пластичність, пружність, еластичність) в порівнянні з аналогом після виготовлення (І, ІІІ) та через 24 години (ІІ, ІV): І і ІІ – криві деформації, ІІІ, ІV – відносні структурно-механічні властивості желе, 1, А – з яблучного пюре (контроль), 2, Б з яблучного пюре та ФНД з бузини чорної, 3, В – з яблучного пюре та ФНД з калини, 4, Г – з яблучного пюре та ФНД з горобини чорноплідної.

Показано, що за структурно-механічними властивостями (рис. 3.5), в порівнянні з контролем, желе має нижчі показники пружності (відповідно 65...68% проти 72 % для контрольного зразка), тобто вироби чинять менший опір впливу зовнішніх сил. Проте спостерігається збільшення еластичності (відповідно 32...35 % проти 28 % для контрольного зразка), що свідчить про кращу здатність желе витримувати зворотні деформації без руйнування протягом певного періоду. Цю ж властивість підтверджують показники пластичності (відповідно 26...32 % проти 36 % для контрольного зразка).

Желейні страви зберігаються протягом 24 годин, за цей час в структурі відбуваються зміни, які відображені на рисунку 3.5. Показано, що по мірі зберігання максимальне значення піддатливості зменшується на 10...15 %, ця закономірність являється загальною для всіх зразків. При старінні відбувається деяке ущільнення желе. За кривими залежності розраховані пластичність, пружність, еластичність желе, які представлені на рисунку 3.5.IV.

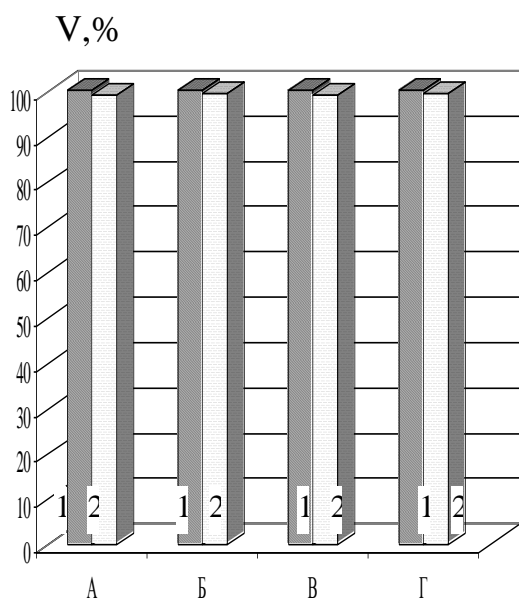
Результати досліджень представлені на рисунку 3.5.IV показують, що після зберігання загальна залежність відносних показників розроблених желе з пас-топодібних ФНД в порівнянні з контролем не змінилась. За структурно-механічними властивостями, в порівнянні з контролем, желе має нижчі показники пружності (68...70% в порівнянні з контролем 76%), пластичності (23...28% в порівнянні з контролем 30%) і вищі показники еластичності (30...32% в порівнянні з контролем 24%). Висока еластичність обумовлена більш слабкими взаємодіями між ділянками ланцюгів молекул желатину та пектину.

Слід відмітити, що після зберігання в зразках відбувається зменшення пластичності на 2...6% (рис. 3.5.III і рис. 3.5.IV), тобто желе менше піддається деформації. Це підтверджується зменшенням еластичності желе з яблучного пюре та ФНД на 2...3%, що говорить про послаблення зв'язків між желатином та пектиновими речовинами, а в контрольному зразку відмічено зменшення на 4%, що, імовірно, обумовлено закінченим процесом утворення спіралей структури желе, які ведуть себе як жорсткі стрижні і швидше руйнуються при тривалій дії навантаження.

Таким чином, встановлено, що за реологічними властивостями кращими являють розроблені нові види желе на основі яблучного пюре з додаванням ФНД із калини, бузини чорної, горобини чорноплідної, які являються більш еластичними, менше руйнуються, і в процесі зберігання в структурі желе відбуваються незначні зміни, що є підставою для впровадження нових технологій та рецептур страв на желейній основі в заклади ресторанного господарства.

Муси та самбуки, за структурою, являють пінну масу, яка представляє собою двофазну систему: газ – рідина. Дисперсійною фазою є повітря, а дисперсійним середовищем – цукровий сироп, пюре і желатин, які утворюють в пінах щільні напівтверді адсорбційні плівки. Разом з тим, пектинові речовини пюре також адсорбуються в плівці повітряних кульок піни і сприяють збільшенню їх щільності. До дисперсійного середовища входить цукор. В утворенні піни він відіграє стабілізуючу дію за рахунок дегідратації молекул желатину та пектинових речовин [157].

Збита желейна маса нестійка і прагне зменшити запас вільної енергії за рахунок скорочення поверхні розподілу. Тому важливим показником якості є стійкість піни. Результати дослідження стійкості піни мусів під час зберігання відображено на рис. 3.6.

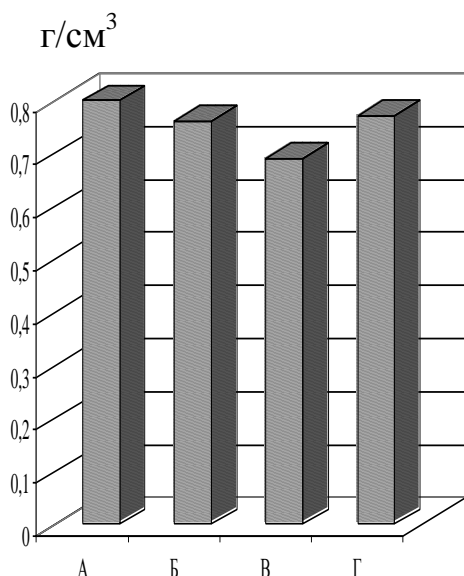


**Рис. 3.6. Зміни об'єму мусів з використанням ФНД із ДЯ в процесі зберігання в порівнянні з аналогом: А – контроль (з яблучного пюре), Б – з яблучного пюре і ФНД з бузини чорної, В – з яблучного пюре і ФНД з калини, Г – з яблучного пюре і ФНД з горобини чорноплідної, 1 – без зберігання, 2 – після зберігання 24 год**

Показано, що висота стовпа піни мусу з яблучного пюре (контрольного зразку) після зберігання 24 год знизилась на 1%. Стійкість мусів з яблучним

пюре і функціональними пастоподібними напівфабрикатами після зберігання 24 год знаходиться на рівні контрольного зразку (99,0...99,5%).

Результати дослідження щільності мусів представлені на рис. 3.7.

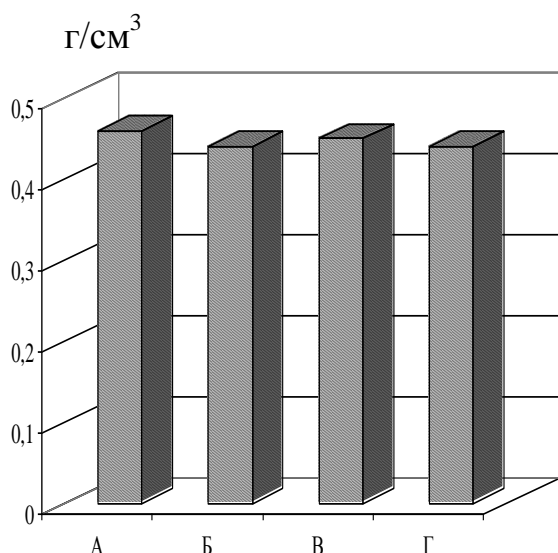


**Рис. 3.7. Щільність мусів з використанням ФНД із ДЯ в порівнянні з аналогом: А – контроль (з яблучного пюре), Б – з яблучного пюре і ФНД з бузини чорної, В – з яблучного пюре і ФНД з калини, Г – з яблучного пюре і ФНД з горобини чорноплідної**

Показано, що муси з додаванням функціонального пастоподібного напівфабрикату з бузини чорної, калини та горобини чорноплідної мають меншу щільність (відповідно 0,76, 0,69 та 0,77 г/см³) в порівнянні з контролем (мус з яблучного пюре), який має щільність 0,80 г/см³. Але менша щільність свідчить про більш пишну та ніжну структуру страв, що є позитивним чинником для розроблених страв зі зменшеною кількістю желатину.

Таким чином, розроблені технології мусів з новими функціональними властивостями, які ґрунтуються на взаємодії пектинових речовин дикорослої ягідної сировини та желатину, дозволяють зменшити концентрацію драглеутворювача без погіршення якості та структурно-механічних властивостей желейних солодких страв та надасть можливість зберігання желейних страв 24 год.

Самбуки, як і муси за структурою, являють пінну масу, яка нестійка. Дисперсійною фазою є повітря, а дисперсійним середовищем – цукровий сироп, пюре, желатин та білок, які утворюють в пінах щільні напівтверді адсорбційні плівки. Цукор відіграє стабілізуючу дію і збільшення концентрації цукру покращує міцність піни за рахунок підвищення в'язкості рідини в плівках піни, що затримує руйнування останньої.



**Рис. 3.8. Щільність самбуків з використанням ФНД із ДЯ в порівнянні з аналогом: А – контроль (з яблучного пюре), Б – з яблучного пюре і ФНД з бузини чорної, В – з яблучного пюре і ФНД з калини, Г – з яблучного пюре і ФНД з горобини чорноплідної**

Отже, встановлено, що за структурно-механічними та фізико-хімічними властивостями розроблені нові види желейних страв на основі яблучного пюре з додаванням ФНД із калини, бузини чорної, горобини чорноплідної знаходяться або на рівні контролю, або є більш стійкішими за структурою за рахунок пектинових речовин та фенольних сполук, які беруть участь у формуванні структури.

### **3.3. Визначення якості розроблених желейних страв з використанням функціональних напівфабрикатів добавок із ДЯ**

В розроблених желейних стравах з використанням ФНД із ДЯ визначали вміст біологічно активних і поживних речовин. В желе, мусах і самбуках з яблучного пюре і ФНД визначали наступні БАР: антоціанові барвні речовини фе-

Показано, що щільність розроблених самбуків знаходиться на рівні контрольного зразку (0,44...0,45 г/см³ проти 0,46 г/см³ відповідно).

При зберіганні об'єм самбуків зменшується, слід відмітити, що із желейних збитих страв вони є найбільш нестійкими. Враховуючи, що згідно з термінами зберігання самбуків при температурі 2...6 °С 24 год проводили дослідження при зберіганні.

Показано, що після зберігання 24 години об'єм контрольного зразка (з яблучного пюре) та дослідних (з яблучного пюре і ФНД) знизилися на 1%. Таким чином, розроблені самбуки мають стійку структуру, і придатні для споживання протягом 24 год.

нольної природи, аскорбінову кислоту, фенольні сполуки, каротин, вітамін Е, пектинові речовини, целюлозу. Крім того контролювали вміст загальної кількості цукрів, органічних кислот, вологи і мікробіологічні показники, які передбачені нормами СанПіН України.

Таблиця 3.4

**Вміст біологічно активних і поживних речовин в желе  
з ФНД із калини, бузини чорної і чорноплідної горобини**

БАР і поживні речовини	Желе яб- лучне (контроль)	Желе з добавками ФНД		
		із калини „Калинка”	із бузини чорної „Ягідка”	із горобини чорноплідної „Розалін”
Антоціанові барвні речовини, мг у 100 г	-	88,0±5,0	295,0±4,5	273,0±3,7
Фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою), мг у 100 г	30,0±1,1	32,9±1,2	64,0±2,3	60,0±1,9
Флавонові глікозиди (за рутином), мг у 100 г	11,3±0,3	22,2±0,5	17,3±0,3	18,5±0,7
Дубильні речовини (за таніном), мг у 100 г	-	6,1±0,2	12,0±0,6	19,7±0,9
Вітаміни (мг у 100 г): L-аскорбінова кислота	1,10±0,05	3,17±0,12	3,36±0,14	4,11±0,11
β-каротин	0,06±0,01	0,13±0,01	0,11±0,01	0,22±0,01
α-токоферол	0,60±0,01	1,95±0,03	1,13±0,02	1,58±0,01
Загальний цукор, %	18,57±0,15	18,87±0,17	18,72±0,19	18,67±0,21
Целюлоза, %	0,32±0,01	0,30±0,01	0,31±0,01	0,36±0,01
Пектинові речовини, %	0,23±0,01	0,27±0,01	0,26±0,01	0,25±0,01
Білок, %	0,28±0,01	0,22±0,01	0,22±0,01	0,22±0,01
Органічні кислоти (у перерахунку на яблучну кислоту), %	0,18±0,01	0,26±0,01	0,18±0,01	0,16±0,01
Вологість, %	80,2±0,2	80,8±0,3	80,9±0,2	80,9±0,4



**Вміст біологічно активних і поживних речовин в самбуках  
з ФНД із калини, бузини чорної і чорноплідної горобини**

БАР і поживні речовини	Самбук яблучний (контроль)	Самбук з добавками ФНД		
		із калини „Кораловий”	із бузини чорної „Ягідка”	із горобини чорноплідної „Заграва”
Антоціанові барвні речовини, мг в 100 г	0	123,0±4,2	450,0±6,0	418,0±3,3
Фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою), мг в 100 г	50,5±1,3	53,8±1,1	108,3±1,4	92,3±1,3
Флавонові глікозиди (за рутином), мг в 100 г	18,50±0,2	38,3±0,4	27,2±0,2	28,2±0,3
Дубильні речовини (за таніном), мг в 100 г	-	9,2±0,5	16,7±0,6	27,2±0,4
Вітаміни (мг в 100 г): L-аскорбінова кислота	1,9±0,09	5,0±0,11	5,3±0,14	6,6±0,12
Каротин	0,10±0,01	0,21±0,01	0,18±0,01	0,36±0,01
α-токофероли	0,10±0,01	0,23±0,01	0,15±0,01	0,21±0,01
Загальний цукор, %	25,94±0,16	26,43±0,19	26,23±0,12	26,12±0,18
Целюлоза, %	0,55±0,01	0,52±0,01	0,53±0,01	0,64±0,01
Пектинові речовини, %	0,35±0,01	0,48±0,01	0,46±0,01	0,44±0,01
Білок, %	0,21±0,01	0,19±0,01	0,19±0,01	0,19±0,01
Органічні кислоти, %	0,3±0,01	0,45±0,01	0,30±0,01	0,27±0,01
Вологість, %	71,1±0,2	71,3±0,1	71,3±0,2	71,3±0,3

Слід зазначити, що вміст біологічно активних і поживних речовин в муссах подібний до желе. Показано, що розроблені нові види желе та мусів відрізняються високим вмістом антоціанових барвних речовин 88,0...295,0 мг на 100 г, загальної кількості фенольних сполук від 60,0 до 64,0 мг в 100 г, крім страв з калини – 32,9 мг в 100 г (знаходиться на рівні контрольного зразка

30,0 мг в 100 г). Крім того міститься значна кількість флавонолових глікозидів в 1,5...1,9 разів вище за кількість в яблучному желе, поліфенолів від 6,1 до 19,7 мг в 100 г. Показано також, що вміст аскорбінової кислоти в желе та мусах перевищує в 2,9...3,7 рази. Встановлено, що вміст пектинових речовин в них складає 0,25...0,27% (проти контрольного 0,23%), целюлози від 0,30 до 0,36% (табл. 3.4).

За хімічним складом нові розроблені самбуки містять антоціанових барвних речовин від 123,0 до 450,0 мг на 100 г (в контрольному зразку відсутні), за кількістю фенольних сполук самбуки із бузини чорної „Ягідка” та із горобини чорноплідної „Заграва” переважають яблучний у 1,9...2,1 рази, вміст аскорбінової кислоти в самбуках з ФНД перевищує в 2,6...3,5 рази. Встановлено, що вміст пектинових речовин в них складає 0,44...0,48% (проти контрольного 0,35%), целюлози від 0,51 до 0,64% (табл. 3.5).

З таблиць 3.4...3.5 видно, що за вмістом вітамінів, антоціанових барвних речовин, флавонолових глікозидів, пектинових речовин, целюлози дослідні зразки переважають контрольний. Таким чином, розроблені нові види желе, мусів і самбуків мають вищу харчову та біологічну цінність.

### **3.4. Дослідження якості желе, мусів і самбуків в процесі зберігання**

При приготуванні солодких желейних страв необхідно суворо дотримуватись санітарних норм і правил, тому що ці страви являються сприятливими для розвитку мікроорганізмів за рахунок вмісту в них цукру і високої вологи. Значну роль відіграє те, що готові страви не піддаються тепловій обробці після приготування і короткотривалого зберігання.

Тому вивчалися санітарно-гігієнічні показники желе, мусів та самбуків із добавками горобини чорноплідної, калини, чорноплідної горобини відразу після приготування і через 24 години зберігання при температурі 2...6 °С. Контролем слугували зразки желе, мусів і самбуків, які виготовлені із яблучного пюре за традиційною технологією. Результати досліджень желе, мусів та самбуків на відповідність санітарним нормам якості представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Санітарно-гігієнічна оцінка якості желе, мусів, самбуків із ФНД із горобини чорноплідної (ГЧ), бузини чорної (БЧ) та калини

Показники	Допустимі норми згідно з СанПіН	Строк зберігання, год	Желе				Мус				Самбук			
			з яблучного пюре (контроль)	з ГЧ	з БЧ	з калини	з яблучного пюре (контроль)	з ГЧ	з БЧ	з калини	з яблучного пюре (контроль)	з ГЧ	з БЧ	з калини
КАФАМ, КУО в 1 г	1·10 <sup>3</sup>	-*	0,29·10 <sup>3</sup>	0,12·10 <sup>3</sup>	0,11·10 <sup>3</sup>	0,10·10 <sup>3</sup>	0,21·10 <sup>3</sup>	0,15·10 <sup>3</sup>	0,15·10 <sup>3</sup>	0,14·10 <sup>3</sup>	0,18·10 <sup>3</sup>	0,12·10 <sup>3</sup>	0,11·10 <sup>3</sup>	0,11·10 <sup>3</sup>
		24	0,68·10 <sup>3</sup>	0,34·10 <sup>3</sup>	0,35·10 <sup>3</sup>	0,32·10 <sup>3</sup>	0,65·10 <sup>3</sup>	0,32·10 <sup>3</sup>	0,29·10 <sup>3</sup>	0,30·10 <sup>3</sup>	0,57·10 <sup>3</sup>	0,23·10 <sup>3</sup>	0,25·10 <sup>3</sup>	0,22·10 <sup>3</sup>
БГКП, в 0,1 г	Не допускається	-*	Не виявлено				Не виявлено				Не виявлено			
		24												
Плісняві гриби, в 1 г	Не допускається	-*	Не виявлено				Не виявлено				Не виявлено			
		24												
Дріжджі, в 1 г	Не допускається	-*	Не виявлено				Не виявлено				Не виявлено			
		24												
Патогенні мікроорганізми, в т. ч. бактерії роду, <i>Staphylococcus</i>	Не допускається	-*	Не виявлено				Не виявлено				Не виявлено			
		24												

Примітка.\* – свіже виготовлений.

Із таблиці 3.6 видно, що желе з додаванням ФНД із дикорослих ягід має меншу КМАФАнМ як в свіжевикотовленому, так і після зберігання. В контрольному зразку виявлено  $(0,29...1,01) \cdot 10^3$  мезофільних аеробних факультативно анаеробних мікроорганізмів, в дослідних зразках відповідно  $(0,10...0,12) \cdot 10^3$ . В загальному вигляді, відмічається збільшення кількості мікроорганізмів у всіх видах зразків желе, але КМАФАнМ не перевищує допустиму норму на 1 г готового продукту після встановленого терміну зберігання солодких желейних страв (24 години).

Встановлено, що в мусах з додаванням ФНД в порівнянні з контрольними зразками як у свіжевикотовлених, так і після зберігання помітне зростання КМАФАнМ після зберігання. В контрольному зразку мусу виявлено  $0,65 \cdot 10^3$  мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, а в дослідних зразках –  $(0,29...0,30) \cdot 10^3$ , що значно нижче допустимого рівня ( $1 \cdot 10^3$ ). Аналогічні залежності спостерігаються і в самбуках (табл. 3.6).

Показано, що в усіх розроблених видах желейних страв (дослідних зразках) та контрольному зразку відсутні бактерії групи кишкової палички, бактерії групи *Proteus*, *Staphylococcus aureus*, дріжджі, плісняві гриби.

Підсумовуючи вище викладений матеріал, можна сказати, що розроблені солодкі страви відповідають санітарно-гігієнічним регламентованим нормам, можуть бути рекомендовані для впровадження на підприємствах ресторанного господарства.

Таким чином, авторами розроблено технології виробництва желейних страв із додаванням функціональних напівфабрикатів добавок із ДЯ, відрізняються додатковою операцією внесення ФНД, заміною операції доведення до кипіння на короткочасну пастеризацію протягом  $(6...10) \cdot 60$  с при температурі 85 °С. За результатами експериментів розроблено рецептури желейних страв (желе, мусів, самбуків) на основі яблучного пюре та з використанням ФНД із дикорослих ягід як збагачувачів натуральними БАР, поліпшувачів кольору та загущувачів. Методом математичного моделювання визначено кількість напівфабрикату по відношенню до яблучного пюре (25%). Показано, що введення ФНД із ДЯ до-

зволяє зменшити кількість желатину на 17...20% (для желе – на 17%, мусів – 19%, самбуків – 20%). Встановлено, що якість нових желейних страв за реологічними характеристиками (деформації, пластичності, пружності, еластичності та ін.) наближається до аналогів, виготовлених з використанням яблучного пюре.

Показано, що розроблені желейні страви (желе, муси, самбуки) з використанням ФНД із ДЯ відрізняються в порівнянні з аналогом (на яблучному пюре) високим вмістом натуральних барвних антоціанових речовин (88,0...450,0 мг в 100 г), фенольних сполук за хлорогеновою кислотою та флавонолових глікозидів в 2 рази вище, вітаміну С в 2...3,5 рази вище та інших БАР (каротину,  $\alpha$ -токоферолу, поліфенолів тощо).

Таким чином, авторами монографії вперше науково обґрунтована та доведена доцільність використання попередньої обробки у вихровому шарі феромагнітних часток в обертовому змінному електромагнітному полі та механодеструкції дикорослих ягід при отриманні із них пастоподібних функціональних напівфабрикатів добавок, як способу підвищення якості, високого збереження антоціаново-фенольного комплексу, трансформації протопектину в розчинну форму і отримання добавок з більш високими драглеутворюючими властивостями та їх використання при виготовленні желейних страв для підприємств ресторанного господарства. Феромагнітні частинки в обертаючому магнітному полі поводять себе як мікроножі, які призводять продукт до механодеструкції.

Науково обґрунтовано спосіб активації БАР та біополімерів ягідної сировини фізичними методами при попередній у ВШФЧ змінного ЕМП (магнітної складової, перемішування та подрібнення) в апараті ВА-100, яке проявляється у більш повному вилученні БАР із зв'язаного стану з біополімерами у вільний і деструкції біополімерів – пектинових речовин, їх трансформації в розчинну форму. Комплексними дослідженнями встановлено, що обробка і подрібнення дикорослих ягід у ВШФЧ змінного ЕМП з величиною магнітної індукції 0,13 Тл протягом 55...60 с призводить до більш повного вилучення із ягід БАР. Так, антоціанових барвних речовин вилучається більше на 28...32%, фла-

вонолових глікозидів – на 27...37%, катехинів – на 30...36%, L-аскорбінової кислоти – на 12...18%. Механізм цього процесу пов'язаний, очевидно, з тим, що при обробці у ВШФЧ змінного ЕМП відбувається внутрішньомолекулярна і міжмолекулярна перебудова, суттєва орієнтація диполів води в одному напрямку, а також виникає механокренінг (який супроводжується процесами механо-деструкції та механоактивації) при подрібненні, що призводить до значних пошкоджень і руйнування клітин ягід і більш повного вилучення БАР і переходу їх зі зв'язаного стану в вільний, тобто дозволяє більш повно використати біологічний потенціал сировини.

Авторами вперше встановлено, що при обробці ДЯ у ВШФЧ змінного ЕМП відбувається суттєва активація пектинових речовин, деградація, деструкція та трансформація протопектину (30...40%) в розчинний пектин (його кількість зростає на 50...92% по відношенню до вихідного розчинного пектину) і галактуронову кислоту за рахунок неферментативного руйнування водневих та іонних зв'язків у протопектині, що також виявляється в суттєвому зростанні органічних кислот (на 39...50%) за рахунок вільних карбоксильних груп галактуронової кислоти. Показано, що при попередній обробці ДЯ у ВШФЧ змінного ЕМП відбувається суттєва деструкція целюлози і кількісне її зменшення на 8...12%, збільшення загальної кількості цукрів на 10...12% та желевної здатності на 25...30%. Виявлені суттєві відмінності в ІЧ-спектрах вихідних ягід та оброблених у ВШФЧ, зміни і зменшення інтенсивності в області частот  $3000...3500\text{ см}^{-1}$  широкої характеристичної смужки, що характерна для валентних коливань функціональних ОН-груп, які знаходяться у вільному стані і беруть участь у внутрішньомолекулярних та міжмолекулярних водневих зв'язках як у комплексах біополімер-БАР, так і в самих біополімерах. Це свідчить про руйнування водневих зв'язків в різних комплексах сполук біополімерів з БАР, їх трансформацію у вільний стан, які визначаються і фіксуються хімічними і спектроскопічними методами і показують про їх більш повну екстракцію із рослинної сировини.

Встановлено також, що обробка дикорослих ягід у ВШФЧ змінного ЕМП з величиною магнітної індукції 0,13 Тл протягом 55...60 с суттєво зменшує

КМАФАНМ у 1,5...4 рази, кількість дріжджів – у 1,5...2,3 рази, пліснявих грибів – у 1,6...3,0 рази. Механізм антибактеріальної дії обробки в ВШФЧ, очевидно, пов'язаний із поляризацією і суттєвою переорієнтацією диполів води в одному напрямку в вегетоклітинних мікроорганізмах, що призводить до істотного пошкодження, деформації і руйнування клітин, а також одноклітинних мікроскопічних грибів (дріжджів, пліснявих грибів), та призупиняє їх життєдіяльність.

Розроблені нові технології отримання функціональних пастоподібних напівфабрикатів із дикорослих ягід (бузини чорної, калини, горобини чорноплідної), які відрізняються від традиційних тим, що виключається стадія бланшування і вводиться обробка у ВШФЧ змінного ЕМП з величиною магнітної індукції 0,13 Тл протягом 55...60 с. Показано, що нові напівфабрикати відрізняються високим вмістом БАР (особливо антоціанових барвних речовин, різних фенольних сполук, поліфенолів, пектинових та мінеральних речовин та ін.) і можуть використовуватись як збагачувачі, згущувачі та поліпшувачі кольору при виготовленні желейних страв.

Авторами за результатами експериментів розроблено рецептури желейних страв (желе, мусів, самбуків) на основі яблучного пюре та з використанням ФНД із дикорослих ягід як збагачувачів натуральними БАР, поліпшувачів кольору та загущувачів. Методом математичного моделювання визначено кількість напівфабрикату по відношенню до яблучного пюре (25%). Показано, що введення ФНД із ДЯ дозволяє зменшити кількість желатину на 17...20% (для желе – на 17%, мусів – 19%, самбуків – 20%). Встановлено, що якість нових желейних страв за реологічними характеристиками (деформацією, пластичністю, пружністю, еластичністю та ін.) наближається до аналогів, виготовлених з яблучного пюре, а за вмістом БАР значно перевищує їх, особливо антоціанових барвних речовин, фенольних сполук більше в 2 рази, вітаміну С – у 3...4 рази.

Розроблені технології виробництва желейних страв із додаванням функціональних добавок із ДЯ відрізняються додатковою операцією внесення ФНД, заміною операції доведення до кипіння на короткочасну пастеризацію протягом (6...10)·60 с при температурі 85 °С. Розроблено та затверджено ТУ „Страви со-

лодкі желейні з плодово-ягідної сировини” (ТУУ 15.3-01597997-002-2004) та розроблено проект ТУ „Функціональні антоціанові добавки напівфабрикати із бузини чорної, горобини чорноплідної, калини” (ТУУ 15.8-01597997-002-2007). Проведено апробацію нової технології ФНД із ДЯ у виробничих умовах на підприємствах харчування Черкаської та Полтавської облспоживспілок, НВФ „ФІ-ПАР”, ЗАТ „Фіторія” (м. Харків). Економічний ефект від впровадження 1 т добавок із ягід калини складе 4,72 тис. грн, із ягід горобини чорноплідної – 4,32 тис. грн, із ягід бузини чорної – 3,25 тис. грн та солодких желейних страв: 1 т желе – 8,52...8,78 тис. грн, 1 т самбуків – 11,42...11,86 тис. грн, 1 т мусів – 8,23...8,25 тис. грн (у цінах на 11.2008 р.).



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Новые фитодобавки и их использование в продуктах питания : монография / [Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, А. И. Украинец и др.]. – Харьков ; Киев : Харьк. гос. ун-т питания и торговли; Киевск. нац. ун-т пищ. технологий, 2003. – 287 с.
2. Товароведение и переработка лекарственно-технического сырья в БАД : учебное пособие / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарская, В. В. Яницкий, Сати Я. А. Аль Далаин. – Харьков ; Киев : Харьк. гос. ун-т пит. и торг. ; Госуд. департамент продовольствия Минагропром Укр., 2003. – 306 с.
3. Петрова В. П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений / В. П. Петрова – К. : Вища школа, 1986. – 287 с.
4. Грисюк Н. М. Дикорастущие, пищевые, технические и медоносные растения Украины / Н. М. Грисюк, Е. Я. Елин. – К. : Урожай, 1993. – 208 с.
5. Кошечев А. К. Дикорастущие съедобные растения / А. К. Кошечев, А. А. Кошечев. – М. : Колос, 1994. – 351 с.
6. Барабой В. А. Харчові продукти та добавки з антирадіаційною активністю (радіологічне обґрунтування їх застосування) / В. А. Барабой, О. О. Ятченко // Український радіологічний журнал. – 1997. – Т. 5. – № 5. – С. 184–188.
7. Щелкунов Л. Ф. Пища и экология : монографія / Л. Ф. Щелкунов, М. С. Дудкин, В. Н. Корзун. – Одесса : Оптимум, 2000. – 517 с.
8. Павлюк Р. Ю. Нанотехнологии получения наноструктурированных растительных биологически активных добавок и функциональных оздоровительных продуктов / Р. Ю. Павлюк, В.В. Погарская : зб. науч. трудов :. / Харьк. госуд. ун-т питания и торг. – Харьков, 2009. – С. 35–43.
9. Тутельян В. А. Питание и здоровье / В. А. Тутельян // Пищевая промышленность. – 2004. – № 5. – С. 6–7.
10. Україна у цифрах у 2006 році : [короткий статистичний довідник / ред. Т. Л. Бугайченко]. – Київ : Держкомстат Укр., 2007. – 433 с.
11. Карпенко П. О. Проблемы питания и здоровья / П. О. Карпенко // Биологиче-

- ски активные добавки и биопродукты. – К. : Нора-принт, 2000. – С. 3–8.
12. Кудряшова А. А. Пища XXI века и особенности ее создания / А. А. Кудряшова // Пищевая промышленность. – 1999. – № 12. – С. 48–50.
  13. Шеляков О. П. Перспективи використання електромагнітних технологій в харчових виробництвах / О. П. Шеляков // Науковий вісник ПУСКУ : зб. наук. праць / Полтавський університет споживчої кооперації України. – Полтава : ПУСКУ, 2002. – С. 62–64.
  14. Логвиненко Д. Д. Использование вращающегося электромагнитного поля для перемешивания жидких сред / Д. Д. Логвиненко // Теория и практика перемешивания жидких средах. – М. : НИИТЭХИМ, 1971. – № 3. – С. 5.
  15. Кочеткова А. А. Функциональные пищевые продукты : некоторые технологические подробности в общем вопросе / А. А. Кочеткова, В. И. Тужилкин // Пищевая промышленность. – 2003. – № 5. – С. 8–10.
  16. Батурин А. К. Питание и здоровье: проблемы XXI века / А. К. Батурин, Г. И. Мендельсон // Пищевая промышленность. – 2005. – № 5. – С. 105–107.
  17. Киптелая Л. В Научное обоснование процессов и оборудования производства пищевых полуфабрикатов из нетрадиционного плодоовощного сырья : дис... д-ра техн. наук : 05.18.12 / Киптелая Людмила Васильевна – Х., 2005. – 318 с.
  18. Василенко З. В. Питание и здоровье нации в XXI веке / З. В. Василенко // Стратегія розвитку туристичної індустрії та громадського харчування : міжнар. наук.-практ. конф., 21-23 жовт. 2000р. : [матер. доп.]. – К., 2000. – С. 208–210.
  19. Дудкин М. С. Новые продукты питания : монографія / М. С. Дудкин, Л. Ф. Щелкунов. – М. : МАИК Наука, 1998. – 304 с.
  20. Передерий В. Г. Витамины и минералы в жизни человека вообще и среднестатистического жителя Украины в частности / В. Г. Передерий // Здоровье и питание. – 1998. – №1. – С. 3–7.
  21. Пересічний М. І. Особливості використання складних вуглеводів у харчуванні населення / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко // Стратегія розвитку тури-

- стичної індустрії та громадського харчування : міжнар. наук.-практ. конф., 21-23 жовт. 2000р. : [матер. доп.]. – К., 2000. – С. 341–344.
22. Ray Rick. Functional foods and beverages / Ray Rick // Tea and Coffee Trade J. – 2000. – №6. – P. 67–69.
  23. Roberfroid M. From Functional Food to Functional Food Science / M. Roberfroid // Abstracts of Lectures and Posters of 9 World Congress of Food Sciences and Technology. –Budapest, 1995. – Vol. 1. – P. 16.
  24. Potter D. Functional foods offer products developers new openings / D. Potter // Food Technology International Europe. – 1991. – Vol. 8. – P. 138.
  25. Mazza Y. Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects / Y. Mazza– Bazel : Technomic Publishing Co Inc. – 1998. – P. 27.
  26. Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document / [A. T. Diplock, P. J. Aggett, M. Ashwell et al. ] // British J Nutrition – 1999. – V. 81. – Suppl. 1. – P. 1–27.
  27. Arai S. Global view on functional foods : Asian perspectives / S. Arai // British J. Nutrition. – 2002. – V.88. – Suppl. 2. – P. 139–143.
  28. Erbersdobler H. F. Summarising lecture and prospects for future research and development / H. F. Erbersdobler // Food Research International. – 2002. – V.35. – P. 323–325.
  29. Lucas J. EU-funded research in functional foods / J. Lucas // British J. Nutrition. – 2002. – V.88. – Suppl. 2. – P. 131–132.
  30. Knorr D. Functional food science in Europe / D. Knorr //Trends in Food Science and Technology. –1998. – P. 295–340.
  31. Richardson D. P. Functional Food and Health Claims / D. P. Richardson // The world of Functional ingredients. – 2002. – P. 12–20.
  32. Milner J. A. Functional foods and health: a US perspective / J. A. Milner // British J Nutrition. – 2002. – V. 88 – Suppl. 2. – P. 151–158.
  33. Verschuren P. M. Functional Foods : Scientific and Global Perspectives (Summary Report) / P. M. Verschuren // British J. Nutrition. – 2002. V. 88. – Suppl. 2. – P. 125–130.

34. Roberfroid M. B. Global view on functional foods : European perspectives / M. B. Roberfroid // *British J. Nutrition.* – 2002. – V. 88.– Suppl. 2. – P. 133–138.
35. Новые технологии витаминных углеводосодержащих фитодобавок и их, использование в продуктах профилактического действия : монография / [Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, И. С. Гулый и др. ]. – Харьков ; Киев : Харьк. гос. ун-т питания и торговли ; Киевск. нац. ун-т пищ. технологий, 1997. – 285 с.
36. Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия : монография / [Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, В. В. Погарская и др.]. – Харьков ; Киев : Харьк. гос. ун-т питания и торговли ; Киевск. нац. ун-т пищ. технологий, 2002. – 202 с.
37. Тутельян В. А. Применение фитоэстрогенов в медицине / В. А. Тутельян, М. С. Павлючкова, А. В. Погожева // *Вопросы питания.* – 2003. – № 2. – С. 48–54.
38. Messina M. The role of soy products in reducing risk of caner / M. Messina, S. Barnes // *I. Natl. Caner Inst.* – 1991. – Vol. 83.– P.541.
39. Halliwell D. Free Radicals in Biology and Medicine / D. Halliwell, J. M. C. Guttridge. – [2 ed.] – Oxvord : Clarendon Press, 1989. – P. 124–128.
40. Рудавская А. Б. Биокорректоры – обязательный компонент современных продуктов питания / А. Б. Рудавская // *Пищ. пром-ть.* –2001. – № 5. – С. 54–55.
41. Малюк Л. П. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологии полуфабрикатов многофункционального назначения из растительного сырья : дис. ... доктора техн. наук : 05.18.16 / Малюк Людмила Петровна. – Х., 1995. – 337 с.
42. Сборник технологических инструкций по производству консервов : в 4 т. – Т. 2. Часть 1 и 2. : Консервы фруктовые.– 1992. – 277 с.
43. Розробка безвідходної технології отримання мультивітамінних дрібнодисперсних порошків БАД із чорноплідної горобини та чорної смородини / [Р. Ю. Павлюк, В. В. Яницкий, Т. В. Крячко та ін.] // *Управлінські та технологі-*

- чні аспекти розвитку підприємств харчування та торгівлі : міжн. науково-практ. конф., 19 листопада 2003р. : тези доп. – Харків, 2003. – С. 157–159.
44. Черевко О. І. Фруктові пасти з дикорослою сировиною / О. Черевко, Л. Кіптєла, О. Загорулько // Харчова і переробна промисловість. – 2002. – № 3. – С. 18–19.
  45. Василенко З. В. Плодоовощные пюре в производстве продуктов : монография / З. В. Василенко, В. С. Баранов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 125 с.
  46. Острик А. С. Использование нетрадиционного сырья в кондитерской промышленности : справочник / А. С. Острик, А. Н. Дорохович, Н. В. Мироненко. – К. : Урожай, 1989. – 112 с.
  47. Новое в технологии переработки плодово-ягодного сырья : монография / Л. П. Малюк, А. А. Дубинина, Л. И. Пилипенко, С. М. Шамян. – Харьков : Харьк. гос. акад. техн. и орг. торг, 1995. – 106 с.
  48. Павлюк Р. Ю. Разработка безотходной технологии мелкодисперсных порошкообразных красителей-БАД из ягод / Р. Ю. Павлюк, Г. И. Максименко, Т. В. Крячко, Л. М. Соколова // Сучасні проблеми холодильної техніки і технології : 4-та міжнар. наук.-техн. конф., 21-23 вересня 2005р. : тези доп. – Одеса, 2005. – С. 111–113.
  49. Павлюк Р. Ю. Технология замораживания ягод с применением жидкого и газообразного азота / Р. Ю. Павлюк, Г. Д. Гамуля, А. И. Петухов, И. С. Коробкина, С. М. Лосева // Сучасні проблеми холодильної техніки і технології : 4-та міжнар. наук.-техн. конф., 21-23 вересня 2005 р. : тези доп. – Одеса, 2005. – С. 116–119.
  50. Андрієнко М.В. Малопоширені ягідні і плодові культури / М. В. Андрієнко, І. С. Роман. – К. : Урожай, 1991. – 168 с.
  51. Дудченко Л. Г. Пищевые растения – целители / Л. Г. Дудченко, В. В. Кривенко. – К. : Наукова думка, 1988. – 272 с.
  52. Машковский М. Д. Лекарственные растения / М. Д. Машковский – М. : Медицина, 1997. – 590 с.
  53. Шайтан И. М. Високовитаминные растения на приусадебном участке : спра-

- вочное издание / И. М. Шайтан – К. : Урожай, 1991. – 236 с.
54. Мартынов С. Черноплодная рябина / С. Мартынов // Общественное питание. – 1980. – №11. – С. 46–47.
  55. Симакова О. О. Комплексоутворення фенольних сполук чорноплідної горобини / О. О. Симакова, Г. Ф. Коршунова, Т. В. Петренко // Науковий вісник ПУСКУ. – 2001. – № 3. – С. 73–75.
  56. Зелепуха С. И. Антимикробные свойства растений употребляемых в пищу / С. И. Зелепуха. – К. : Наукова думка, 1973. – 192 с.
  57. Ботанико-фармакогностический словарь / [ред.–упор. К. Ф. Блинова, Г. П. Яковлев]. – М. : Высшая школа, 1990. – 270 с.
  58. Мякота В. А. Ресурсы сырья бузины травянистой в Правобережной Лесостепи Украины : автореф дис. на соскание учен. степени канд. сель.-хоз. наук : спец. 06.03.02 „Лісовпорядкування і лісова таксація” / В. А. Мякота. – Киев, 1991. – 19 с.
  59. Karovicova J. Composition of organic acids Sambucus nigra and Sambucus ebulus / J. Karovicova, I. Polonsky, A. Pribela // Nahrung. – 1990. – 34, № 7.– P. 774–775.
  60. Круглякова Г. В. Заготовки, хранение и переработка дикорастущих ягод и грибов / Г. В. Круглякова. – М. : Экономика, 1991. – 197 с.
  61. Тюрикова І. С. Розробка технології консервованих антоціанових барвників із ягід бузини чорної : автореф дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.13 „Технологія консервованих продуктів” / І. С. Тюрикова. – Одеса, 1999. – 20 с.
  62. Питание в борьбе за выживание : монографія / В. А. Тутельян, Б. П. Суханов, М. Г. Гаппаров, В. А. Кудашева. – М. : ИКЦ Академкнига, 2003. – 448 с.
  63. Смирнова А. С. Исследование по усовершенствованию разработки новых препаратов калины обыкновенной : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. фармакол. наук : спец. 15.00.00 „Фармацевтические науки” / А.С. Смирнова. – Пятигорск, 1967. – 24 с.

64. Николайчук Д. В. Целебные растения / Д. В. Николайчук, М. П. Жигар – [3-е изд.]. – Харьков : Прапор, 1993. – 240 с.
65. Ростовский В. С. Использование вторичного сырья на предприятиях общественного питания / В. С. Ростовский, М. О. Дорохина, О. И. Положишникова. – К. : Техніка, 1990. – 186 с.
66. Использование новых антоциановых красителей в приготовлении желейного полуфабриката / [Т. В. Санина, В. М. Болотов, С. И. Лукина и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – №10. – С. 42–44.
67. Бриттон М. Г. Биохимия природных пигментов / М. Г. Бриттон. – М. : Мир, 1986. – 422 с.
68. Братан Л. Исследование связывание свинца пектинами различных типов в присутствии растительных полифенолов / Л. Братан, И. Краснова, А. Даналаки // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 1. – С. 38–39.
69. Рудковский В. А. Антиокислительные целебные свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения / В. А. Рудковский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – №4. – С. 24–27.
70. Hollman P. C. Analysis beealth-effects of flavonoids / P. C. Hollman, M. L. Hertog, M. B. Katan // Food Chem. – 1996. – 57 №1. – P. 43–46.
71. Танчев С. С. Антоцианы в плодах и овощах / С. С. Танчев. – М. : Пищевая промышленность, 1980. – 302 с.
72. Wang Shiow U. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultival and developmental stage / U. Wang Shiow, Vin Hsin-Shan // J. Arg. And Food Chem. – 2000. – 48 №2. – P. 140–146.
73. Биологически активные вещества пищевых продуктов : справочник / [В. В. Петрушевский, А. Л. Казаков, В. А. Бандюкова и др.]. – К. : Техника, 1985. – 182 с.
74. Максютіна Н. П. Рослинні антиоксиданти і пектини в лікуванні і профілактиці променевих уражень і детоксикації організму / Н. П. Максютіна, Л. Б. Пилипчук // Фармацевтичний журнал. – 1996. – № 2. – С. 35–42.

75. Голубев В. Н. Пектин: химия, технология, применение : монография / В. Н. Голубев, Н. П. Шелухина. – К. : АТН РФ, 1995. – 387 с.
76. Флауменбаум Б. Л. Основы консервирования пищевых продуктов / Б. Л. Флауменбаум, С. С. Танчев, М. А. Гришин. – М. : Агропромиздат, 1986. – 494 с.
77. Пектин. Производство и применение / Под ред. Н. С. Карпович. – К. : Урожай, 2000. – 87 с.
78. Пищевая химия / [А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова и др. ] ; Под ред. А. П. Нечаева. – СПб. : ГИОРД, 2001. – 592 с.
79. Донченко Л. В. Функциональные продукты питания. Проблемы и перспективы пектинового производства / Л. В. Донченко // Функциональные продукты питания : междунар. науч.-техн. конф., 25-27 ноября 2001 : материалы – Краснодар, 2001. – С. 13–19.
80. Мельхорфф У. Применение пектинов в пищевой и кондитерской промышленности / У. Мельхорфф // Пищевая промышленность. – 1999. – №7. – С. 37.
81. Голубев В. Н. Технология овощефруктовых паст с активированным пектином / В. Н. Голубев, О. А. Ильина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 10. – С. 32–33.
82. Тутельян В. А. Стратегия разработки, применения и оценки эффективности биологически активных добавок к пище / В. А. Тутельян // Вопросы питания. – 1996. – № 6. – С. 3–11.
83. Капрельянц Л. В. Функциональные продукты : монография / Л. В. Капрельянц, К. Г. Иоргачева. – Одесса : Друк, 2003. – 312 с.
84. Капрельянц Л. В. Функциональные напитки : монография / Л. В. Капрельянц, Л. А. Осипова. – Одесса : Друк, 2007. – 302 с.
85. Duran R. Maestro. Actividad eantioxidante de los compuestos fenolicos / Duran R. Maestro, Padica R. Borja // Grass y aceites Esp. – 1993. – 44 № 2. – P. 101–106.
86. Тутельян В. А. БАД и проблемы здоровья семьи / В. А. Тутельян // V межд. симпоз., 15 октября 2001 г. : материалы. – Красноярск : Русь, 2001. – С. 3–5.



87. Дадали В. А. Биологически активные вещества лекарственных растений как фактор детоксикации организма / В. А. Дадали, В. Г. Макаров // Вопросы питания. – 2003. – № 5. – С. 49–55.
88. Починок Т. Б. Связывающая способность пектинов по отношению к свинцу и никелю при различных значениях рН / Т. Б. Починок, Е. В. Котельникова, О. П. Миронова // Изв. ВУЗов. Пищ. технолог. – 1999. – №5–6. – С. 56–58.
89. Рудниченко В. Природні харчові сорбенти, як чинник здоров'я сучасної людини / В. Рудниченко. – К. : Вища школа, 1997. – 232 с.
90. Ильина И. А. Методологические основы процесса комплексообразования пектинов / И. А. Ильина, Ю. А. Сапельников, О. П. Миронова, З. Г. Земскова // Изв. Вузов. Пищевая технология. – 2003. – № 5–6. – С. 35–38.
91. Lemonier D. Effect of bran pectin on rat serum lipid / D. Lemonier // Can. Nutr. Diet. – 1993. – Vol. 2. – P. 99–100.
92. Sheldon R. Metabolic Effect of Dietary Pectins related to Human Health / R. Sheldon // Food Technology. – 1987. – № 2. – P. 91–99.
93. Потиевский Г. П. Питание пектином как важный фактор в комплексе лечебно-профилактических мероприятий / Г. П. Потиевский // Пища. Экология. Человек : 4-ая междунар. науч.-технич. конф., 13-14 декабря 2001 г. : материалы – Москва, 2001. – С. 32.
94. Best D. Health perception product developers / D. Best // Prep. Fods. – 1990. – № 8. – P. 47–52.
95. Kohn R. Functional and physiological properties of pectin in nutrition / R. Kohn // Chem. Listi. – 1991. – Vol. 10 – P. 1051–1060.
96. Pignol B. Plant flavonoides in Biology and Medicine / B. Pignol, A. Etienne. – New York : Academic Press, 1998. – P. 142–143.
97. Metchell K. D. R. Dietary isoflavones: biological effects and relevance to human health / K. D. R. Metchell, A. Cassidy // J. nutr. – 1999. – Vol. 129. – P. 758–767.
98. Brandi M. I. Flavonoids: biochemical effects and therapeutic applications / M. I. Brandi // Bone and Mineral. – 1992. – Vol. 19. – P. 36–39.

99. Консерви фруктів для дієтичного харчування : ДСТУ 3660-97. – [Чинний від 1997-05-01 ]. – К. : Держстандарт України, 1997. – 28 с.
100. Дезинтеграторная технология : [сборник статей и докладов]. – Таллин, 1990. – 455 с.
101. Оспанов А. А. Совершенствование процессов и оборудования для измельчения пищевого и кормового сырья : автореф. дис. на соиск. научн. степени д-ра техн. наук. : спец. 05.18.12 „Процессы и аппараты пищевых производств” / А. А. Оспанов. – Сыктывкар, 1995. – 40 с.
102. Скрипников Ю. Г. Технологія переробки плодів і ягід / Ю. Г. Скрипников ; [пер. з рос. В. К. Сидоренка]. – К. : Урожай, 1991. – 272 с.
103. Скорикова Ю. Г. Полифенолы плодов и ягод и формирование цвета продуктов / Ю. Г. Скорикова. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 233 с.
104. Шамян С. М. Розробка технології багатофункціональних напівфабрикатів із слив та абрикос : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.16 „Технологія продуктів харчування” / С. М. Шамян. – Харків, 1995. – 17 с.
105. Киптелая Л. В. Обоснование механизма удаления загрязняющих веществ с дикорастущего сырья / Л. В. Киптелая, Н. А. Афукова // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : Зб. наук. пр. у 2-х ч. / ХДАТОХ. – Харків : ХДАТОХ, 2001. – Ч.1. – С. 56–59.
106. Влияние пряноароматических добавок на биологическую ценность плодово-ягодных соков / Л. П. Малюк, О. Ю. Давыдова, И. Н. Гурикова, А. В. Крупеня // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : Зб. наук. пр. / ХДАТОХ. – Харків : ХДАТОХ, 1998. – С. 222–224.
107. Давидова О. Ю. Методи консервування продуктів з рослинної сировини та вивчення їх впливу на збереженість поліфенолів плодів / О. Ю. Давидова // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків, 2004. – Вип. 28. – Т.1. – С. 129–135.

108. Нова безвідходна технологія отримання мультівітамінних порошкоподібних БАД із чорноплідної горобини та сиркових виробів на їх основі / Р. Ю. Павлюк, Т. В. Крячко, В. В. Яницький, С. С. Федорова // Розроблення та виробництво продукті функціонального харчування, інноваційних технологій та конструювання обладнання для перероблення сільськогосподарської сировини, культура харчування населення України: міжн. наук-техн. конф., 20–21 квітня 2004 р. : тези – Київ : НУХТ, 2004. – С. 57–58.
109. Тюрікова І. С. Розробка технології отримання біологічно активних антоціановмісних харчових фарбників / І. С. Тюрікова, Л. П. Пилипенко, В. В. Кожухар // Наукові праці ОДАХТ.– Одеса, 1998. – Вип. 18. – С. 78–81.
110. Безусов А. Т. Стабілізація бурякового соку поліфенолами екстракту чорноплідної горобини / А. Т. Безусов, А. К. Бурдо, Л. М. Тележенко // Зб. наук. пр. ОДАХТ.– Одеса: ОДАХТ, 1999. – Вип. 19. – С. 91–94.
111. . Вивчення складу та властивостей пігментного комплексу харчових рослин з метою одержання поліфункційних біологічно активних доданків / Л. М. Пилипенко, В. В. Кожухар, Л. Б. Олійник, І. С. Тюрікова // VII Укр. біохім. з'їзду, 1-3 жовтня 1997р. : матеріали. – Київ, 1997. – С. 100–101.
112. Павлюк Р. Ю. Вплив дрібнодисперсного подрібнення та заморожування на антоціаново-пігментний комплекс ягід під час отримання із них пастоподібних БАД / Р. Ю. Павлюк, І. С. Коробкіна, Г. І. Максименко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць : у 2-х ч. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2005. – Ч. 1. – Вип. 2. – С. 94–101.
113. Саті Я. А. Аль Далаїн. Формування якості дрібнодисперсних порошкоподібних барвників – БАД із столового буряка та їх використання в продуктах харчування: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.15 „Товарознавство харчових продуктів” / Саті Я. А. Аль Далаїн. – Харків, 2004. – 18 с.
114. Влияние мелкодисперсного измельчения на антоцианово-фенольный комплекс ягод при получении БАД по безотходной технологии / Р. Ю. Павлюк, Л. М. Со-

- колова, Т. В. Крячко, В. В. Яницький // Науковий вісник ПУСКУ : зб. наук. праць / Полтавський університет споживчої кооперації України. – Полтава, 2004. – С. 94–106.
115. Павлюк Р. Ю. Нові вітамінні БАД-барвники із ягід / Р. Ю. Павлюк, Л. М. Соколова, Т. В. Крячко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць : у 2-х ч. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2005. – Ч. 1. – Вип. 2. – С 101–109.
  116. Пат. 36823 А Україна, МПК А 23 L 2/02. Спосіб екстракції барвних речовин при виробництві плодових і ягідних соків / Луканін О. С., Хомич Г. П., Ткач Н. І., Кирильченко М. В.; заявник та патентовласник Полтавський університет споживчої кооперації України. – № 20000207774 ; заявл. 14.02.00 ; опубл. 16.04.01 ; Бюл. № 3.
  117. Хомич Г. П. Отримання з аронії чорноплідної соку підвищеної біологічної цінності / Г. П. Хомич, Н. І. Ткач, І. Д. Вовк // Науковий вісник ПУСКУ : зб. наук. праць / Полтавський університет споживчої кооперації України. – Полтава, 2002. – № 3 (7). – С. 108-110. – (Серія : Технічні науки).
  118. Снежкин В. Ф. Влияние параметров диспергирования и сепарации на дисперсный состав пищевых порошков из растительного сырья / В. Ф. Снежкин, П. Л. Анифиева, П. А. Борjak // Пищевая и перерабатывающая промышленность. – 1995. – № 11. – С. 33–34.
  119. Логвиненко Д. Д. Интенсификация технологических процессов в химической промышленности : монография / Д. Д. Логвиненко, О. П. Шеляков. – К. : Техніка, 1976. – 200 с.
  120. Капліна Т. В. Теоретичне обґрунтування впливу електромагнітних полів на біологічні системи / Т. В. Капліна // Науковий вісник ПУСКУ : зб. наук. праць / Полтавський університет споживчої кооперації України. – Полтава, 2005. – №3. – С. 80–83. – (Серія : Технічні науки).
  121. Рыжков Д. В. Влияние электромагнитной обработки на эффективность диффузионного процесса / Д. В. Рыжков, Р. С. Решетова, М. Г. Барышев // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 2–3. – С. 80–81.

122. Перспективы применения электрических полей для обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья / М. П. Купчик, И. С. Гулый, Н. И. Лебовка, М. И. Бажал // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 8. – С. 31–37.
123. Adey W. Ross. Biological effects of electromagnetic fields / Adey W. Ross, Gell J. // Biochem. – 1993. – Vol 51. – № 4. – P. 410–416.
124. Барышев М. Г. Взаимодействие низкочастотного поля с растительными объектами : Дис... д-ра. техн. наук: спец. 05.18.16 / М. Г. Барышев. – Москва, 2003. – С.13–15.
125. Рогов И. А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов : монография / И. А. Рогов. –М. : Пищепромиздат, 1988. – 272 с.
126. Украинец А. И. Повышение стойкости пива с применением магнитно-импульсной обработки / А. И. Украинец, И. С. Гулый, В. В. Олишевский // Пищевая промышленность – 2000 : межрегион. науч.-практ. конф., 5-8 июня 1996 г. : тезисы докл. – Казань : КГТУ, 1996. – С. 129.
127. Дубова Г. Є. Розробка технології сливового та чорносмородинового соків з використанням методу центрифугування: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.13 „Технологія консервованих продуктів” / Г. Є. Дубова. – Одеса, 2000. – 18 с.
128. Каплина Т. В. Разработка технологии мучных кондитерских изделий с использованием дрожжей, активированных в переменном магнитном поле : дис... канд. техн. наук : 05.18.16. / Т. В. Каплина. – Харьков, 2001. – 205 с.
129. Буняк О. Електромагнітна обробка в процесі дифузійного екстрагування цукру / О. Буняк // Харчова і переробна промисловість. – 2001. – № 5. – С. 18–19.
130. Керезова М. Влияние магнитного поля на вязкость пектиновых растворов / М. Керезова, Д. Цанков, Е. Малчев // Научн. труды Висш. инст. хранит. и вкус. пром. – Пловдив. – 1990. – Вып. 37, №2. – С. 255–259.
131. Чумак И. Г. Интенсификация процесса фризирования смеси мороженого путем ее предварительной магнитной обработки / И. Г. Чумак, А. В. Овеяник,

- В. С. Мурашов // Магнитна обработка водных систем : IV всесоюзн. совещ. : сб. тезисов докладов. – М., 1981. – С. 103.
132. Бражников А. М. Исследование влияния постоянного магнитного поля на замораживание водосодержащих биоматериалов, например мяса / А. М. Бражников, А. В. Ефимов, В. Н. Писменская // Магнитна обработка водных систем : IV всесоюзн. совещ. : сб. тезисов докладов. – М., 1981. – С. 104–105.
133. Опыт применения вращающегося электромагнитного поля в производстве синтетических моющих средств / [Н. И. Шишков, Н. В. Довгопол, И. И. Томило и др. ] // Магнитна обработка водных систем : IV всесоюзн. совещ. : сб. тезисов докладов. – М., 1981. – С. 75–76.
134. Реброва Т. Б. Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона на жизнедеятельность микроорганизмов. Миллиметровые волны в биологии и медицине / Т. Б. Реброва. – М., 1992. – №1. – С. 44–48.
135. Барышев М. Г. Влияние электромагнитного поля на физико-химические и биологические системы / М. Г. Барышев, Г. И. Касьянов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 9. – С. 17–19.
136. Смірнов В. С. Електромагнітне оброблення молочних продуктів у потоці / В. С. Смірнов, Д. П. Коломієць // Зб. наук. праць УДУХТ. – К., 2001. – Ч.2. – С. 155–156.
137. А.с. 769812 СССР, кл. А 61 L 2/08. Способ стерилизации продуктов / М. А. Туманян, И. И. Самойленко, П. М. Калошин (СССР) – №4663139/9 ; заявл. 12.11.80 ; опубл. 30.03.82 ; Бюл. №12.
138. Blenford Don. Water binding agents / Blenford Don // Food Ingridens and Process. – 1992, Tune. – P. 8–9.
139. Классен В. И. Омагничивание водных систем : монография / В. И. Классен. – М. : Химия, 1982. – 296 с.
140. Магнитная обработка водных систем // IV всесоюзн. совещ. : сб. тезисов докладов. – М., 1981. – 167 с.

141. Леонтьев В. М. Определение активных зон магнитной обработки водных систем / В. М. Леонтьев // Магнитна обработка водных систем : IV всесоюзн. совещ. : сб. тезисов докладов. – М., 1981. – С. 38.
142. Маляренко В. В. Ориентация палочкообразных коллоидных частиц в переменном электрическом поле / В. В. Маляренко, В. Р. Экстрела-Льопис // Физическая химия. Доклады академии наук СССР. – 1974. – Т. 215, № 3. – С. 132–134.
143. Новак П. Электромагнитные поля в биологии и медицине : монография / П. Новак. – Днепропетровск : Пороги, 2004. – 150 с.
144. Усатенко С. Т. влияние электрофизического воздействия на водородсодержащие жидкие системы // Магнитна обработка водных систем : IV всесоюзн. совещ. : сб. тезисов докладов. – М., 1981. – С. 38.
145. Капліна Т. Біостійкість пшеничного борошна значною мірою залежить від фізичних методів обробки / Т. Капліна, Р. Фірсова, М. Дорохіна // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2004. – №1(01). – С. 20–21.
146. Микронутриенты в питании здорового и больного человека : справочник руководство по витаминам и минеральным веществам / [В. А. Тутельян, В. Б. Спиричев, Б. Л. Суханов и др. ]. – М. : Колос, 2002. – 424 с.
147. Чумак И. Я. Получение и исследование комплексных студней желатины и пектина с целью использования в общественном питании : дис... канд. техн. наук : спец. 05.18.16 / И. Я. Чумак– М., 1976. – 172 с.
148. Gums for low fat products // Food Can. – 1991. – 51, № 7. – P. 44.
149. Остороумов Л. А. Углеводный состав некоторых видов растительного сырья Западно-Сибирского региона / Л. А. Остороумов, С. Г. Козлов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 8. – С. 58–60.
150. Перцевий Ф. В. Технологія желевної продукції на основі драглеутворювачів з якісно зміненими функціональними властивостями : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец 05.18.16 / Ф. В. Перцевий. – Харків, 1996. – 43 с.

151. Пивоваров Є. П. Десерти з драглеподібною структурою / Є. П. Пивоваров // Харчова і переробна промисловість. – 2003. – №2. – С. 21–23.
152. Сафонова Л. В. Использование альгината натрия для совершенствования технологии кулинарной продукции : дис... канд. техн. наук : спец. 05.18.16 / Л. В. Сафонова. – М., 1980. – 157 с.
153. Фомина И. Н. Разработка технологии желейных блюд и изделий с уменьшенным расходом желатина : автореф. на соиск. научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.16 «Технология продуктов питания» / И. Н. Фомина. – Харьков, 1994. – 19 с.
154. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. – М. : Экономика, 1982. – 720 с.
155. Сборник рецептур блюд с использованием плодовоовощной консервированной продукции / Под ред. А.С. Ванукевича. – М. : Центросоз, 1991. – 227 с.
156. Пат. 1788889 СССР, МКИ А 23 L 1/06 Плодово-ягодное желе / Р. Лепесова, Г. Д. Селезнева, А. А. Кудряшева ; заявитель и патентообладатель Московский институт народного хозяйства им. Г. В. Плеханова – № 4952250/13 ; заявл. 28.06.91 ; опубл. 15.01.93, Бюл. № 2. – 3 с.
157. Пат. 2128450 Россия, МКИ А 23 L 1/06 Желе десертное и способ его приготовления / Аминов М. С., Вагабов М.–З. В., Ибрагимова Н. У., Джуруллаев Д. С. ; заявитель и патентообладатель Дагестанский политехнический институт. – № 4869031/13 ; заявл. 25.09.90 ; опубл. 10.04.99. – 4 с.
158. А.с. 1692518 СССР, МКИ А 23 L 1/06. Фруктовое желе и способ его приготовления / [Аминов М. С., Вагабов М.–З. В., Ибрагимова Н. У. и др. ] – №4645453/13 ; заявлено 03.02.89 ; опубл. 23.11.91, Бюл. № 43. – 3 с.
159. Сандракова И. В. Технология кулинарной продукции с желированной и сбиивной структурой с ягодными пюре : автореф. на соиск. научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.16 «Технология продуктов питания» / И. В. Сандракова. – М., 1993. – 16 с.
160. Харчук Г. Десерт из моркови или свеклы круглый год / Г. Харчук // Общественное питание. – 1979. – № 11. – С. 40–41.



161. Грищенко Е. В. Композиции на основе желатины и метилцеллюлозы для общественного питания : дис...канд техн. наук : спец. 05.18.16 / Е. В. Грищенко. – М., 1983. – 168 с.
162. Системные исследования технологий переработки продуктов питания / [ О. Н. Сафонова, Ф. В. Перцевой, О. А. Гринченко и др.] / под ред. О. Н. Сафоновой. – Харьков, 2000. – 199 с.
163. Производство желейной и взбивной продукции с использованием модификаторов / [ В. Ф. Перцевой, А. Л. Фощан, Ю. А. Савгира и др.] – Днепропетровск : Пороги. – 2003. – 201 с.
164. Шевченко О. В. Дослідження вмісту вітамінів у солодких стравах із харчовими добавками „Вітапектин” та „Фітосорбент” / О. В. Шевченко // Громадське харчування і туристична індустрія у ринкових умовах : зб. наук. праць / КНТЕУ – К, 2001. – С.166–171.
165. А.с. 1697698 СССР, МКИ А 23 L 1/06 Способ приготовления яблочного муса / Бархатов В. Ю., Выскубова Н. К., Куликов И. А. (СССР). – №4663520/13 ; заявл. 20.03.89 ; опубл. 15.12.91, Бюл. № 46.
166. Biliaderis C. G. Structure and Phase Transitions of Starch in Food Systems. / C. G. Biliaderis // Food Technol. – 1992. – № 46. – P. 98–109.
167. Голубев В. Л. Функциональные свойства пектинов и крахмала / В. Л. Голубев, С. Ю. Беглов, А. В. Поджуев // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2000. – №1. – С.14–18.
168. Джафаров А. Ф. Производство желатина : монография / А. Ф. Джафаров. – М. : Агропромиздат, 1990. – 284 с.
169. Вейс А. Макромолекулярная химия желатина : монография / А. Вейс. – М. : Пищевая промышленность, 1971. – 474 с.
170. Козлов С. Г. Теоретическое обоснование формирования гидратных слоев на молекулах желатина / С. Г. Козлов, Н. В. Победаш // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 1. – С. 18–20.

171. Яценко В. М. Розробка раціональних технологій нових кондитерських виробів на основі желатину : дис... канд. техн. наук : 05.18.01. / В. М. Яценко. – К., 2002. – 189 с.
172. Зубченко А. В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий / А. В. Зубченко. – Воронеж, 1997. – 413 с.
173. Oakenfull D. Gelling agents / D. Oakenfull // Critical reviews in Food Science and Nutrition, 1987. – V 26. – № 1. – P. 1–27.
174. Tharp B. W. The effect of certain colloid emulsifier blends and processing procedure on emulsion stability / B. W. Tharp // Progr. Food and Nutr. Sci. – 1982. – № 6. – P. 209–219.
175. Scott Hegenbard. Gums and stabilizers: the guys that bind / Scott Hegenbard // Prep. Food. – 1990. – 159, № 6. – P. 59–60.
176. Kratz Rolfo. Geliermittel und Stabilisator / Kratz Rolfo // Ernährungsindustrie. – 1992. – № 10. – P. 26–30.
177. Пересічний М. І. Наукове обґрунтування механізму радіозахисту організму людини пектиновими речовинами та їх технологічне використання / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко // Громадське харчування і туристична індустрія у ринкових умовах : зб. наук. пр. / КНТЕУ. – К, 2001. – С. 137–141.
178. Дудкин М. С. Пищевые волокна – новый раздел химии и технологии пищи / М. С. Дудкин, Л. Ф. Щелкунов // Вопросы питания. – 1998. – № 3. – С. 36–38.
179. Дудкин М. С. Пищевые волокна и новые продукты питания / М. С. Дудкин, Л. Ф. Щелкунов // Вопросы питания. – 1998. – № 2. – С. 35–40.
180. Артамонова М. В. Розробка технології жельованих виробів з використанням мікробних полісаридів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.16 „Технологія продуктів харчування” / М. В. Артамонова. – Х., 2000. – 20 с.
181. Кошелева Т. И. Об использовании альгината натрия в качестве студнеобразователя в кулинарных изделиях : дис... канд. техн. наук : спец. 05.18.16. / Т. И. Кошелева. – М., 1980. – 136 с.

182. Sarme S. C. Gums and hydrocolloids in oft-wa to emulsion / S. C. Sarme // Food Technology. – 1981. – Vol. 35, № 1. – P. 59–61.
183. Теймурова О. Н. Разработка технологии жележных изделий с использованием модифицированных студнеобразователей : автореф. дис. на соиск. научн. степени канд. техн. наук : спец. 05.18.16. „Технология продуктов питания” / О. Н. Теймурова. – Х., 1992. – 17 с.
184. Тостогужов В. Б. Новые формы белковой пищи : монография / В. Б. Тостогужов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 303 с.
185. Sanderson G. R. Polysaccharides in Foods / G. R. Sanderson // Food Technology. – 1981. – Vol. 35. – № 7. – P. 50–51.
186. Rohenkohl Hiltrud. Konsistens, struktur und sensorische qualifat von speisecis / Rohenkohl Hiltrud // ZCW: Zucker- und Susswarentwirt. – 1996. – 49, № 1. – P. 18–22.
187. Chabert D. Nougat products as food ingredients / D. Chabert. // Food Ingridens and Analysis. Int. – 1993, Aug.–Sept. – P. 21–22.
188. Sanderson George R. A comparison of gellan gum, agar, K-carrageenan and algin / Sanderson George R., Bell Virginia L., Ortega David // Cereal Food World. – 1989. – 34, № 12. – P. 991–998.
189. Hojgaard Steen Christensen. Pectin gels as candymaker's textures / Hojgaard Steen Christensen // Candy Ing. – 1993. – 158, № 4. – P. 34–40.
190. Making gellis using agar or pectin // Corfect Manyf. and Market. – 1991. – V 28. – № 3. – P. 3.
191. Blenford D. Changing challenges for food science / D. Blenford // Food Ingridens and Process. Int. – 1992–93, dec.–jan. – P. 35.
192. Гришин М. А. Вспенивание яблочного пюре / М. А. Гришин, Б. В. Карабуля // Изв. Вузов. Пищевая Технология. – 1982. – № 3.— С. 35–37.
193. Исследование студеней на основе каррагинана и пектина методом дифференциальной сканирующей калориметрии / Е. В. Барашкина, Ю. Т. Тамова, Л. В. Боровская, О. П. Миронова // Изв. Вузов. Пищевая Технология. – 2003. – № 4.— С. 85–86.

194. Акимова Л. Н. Влияние температурного режима растворенной желатины на некоторые физико-химические свойства ее студней и пленок / Л. Н. Акимова, З. А. Говоркова, Г. И. Лозневой // Сб. науч. трудов Лен-го ин-та киноинж., 1990. – № 2. – С. 142–144.
195. Системи управління безпечністю харчових продуктів : ДСТУ 4161-2003. – [Чинний від 2003-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2003. – 14 с. (Національні стандарти України).
196. Лурье И. С. Технохимический контроль в кондитерском производстве : справочник. / И. С. Лурье, А. И. Шаров. – М. : Колос, 2001. – 352 с.
197. Методы биохимического исследования растений / [А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош и др.] / под ред. А. И. Ермакова. – [3-е изд. ] – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.
198. Починок Х. М. Методы биохимического анализа растений / Х. М. Починок. – К. : Наукова думка, 1976. – 334 с.
199. Ладыгина Е. А. Химический анализ лекарственных растений / Е. А. Ладыгина, Л. Н. Сафронович. – М. : Высшая школа, 1983. – 176 с.
200. Карушева Н. В. Технохимический контроль кондитерского производства / Н. В. Карушева, И. С. Лурье – М. : Агропромиздат, 1990. – 154 с.
201. Химические исследования пектиновых веществ, разработка методов их определения и способов получения физиологически активных соединений: Отчет о научно-исследовательской работе / [Р. Ш. Абаева, Дж. Дуйшева, К. С. Саотова и др. ]. – Фрунзе, 1985. – С.102.
202. Методические указания по лабораторному контролю качества пищи. Органолептический анализ. – Часть 2. : [Утв. Приказом Мин. торг. СССР от 31.12.1981, № 294]. – К. : МТ Украины, 1982. – 167 с.
203. Методические указания по лабораторному контролю качества пищи. Отбор проб и физико-химические методы испытаний. – Часть 3. : [Утв. Приказом Мин. торг. СССР от 31.12.1981, № 294]. – К. : МТ Украины, 1982. – 302 с.

204. Мачихин Ю. А. Инженерная реология пищевых материалов : справочник / Ю. А. Мачихин, С. А. Мачихин – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 215 с.
205. Клевакин В. М. Санитарная микробиология пищевых продуктов / В. М. Клевакин, В. В. Карцев – Л. : Медицина, 1986. – 176 с.
206. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. – М. : Издательство стандартов, 1990. – 185 с.
207. Браудо Е. Е. Методы определения физико-химических свойств и оценка качества желатина / Е. Е. Браудо, Д. Б. Изюмов – М. : ЦНИИТЭИ мясомолпром., 1972. – 22 с. – (Серия: Клеежелатиновая промышленность.)
208. Гельфанд С. Ю. Статистические методы контроля качества продукции в консервной и пищевоконцентратной промышленности / С. Ю. Гельфанд, Е. В. Дьяконова – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 160 с.
209. Ахназарова С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии : учебн. пособие для хим.-технол. спец. вузов. / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров – [2-е изд. ] – М. : Высшая школа, 1985. – 327 с.
210. Математическое моделирование процессов пищевых производств / Н. В. Остапчук, В. Д. Каминский, Г. Н. Станкевич, В. П. Чугуй. – К. : Вища школа, 1992. – 174 с.
211. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології : навч. пос. / О. М. Царенко, Ю. А. Злобін, В. Г. Скляр, С. М. Панченко. – Суми : Університетська книга, 2000. – 203 с.
212. Тюрин Ю. Н. Анализ данных на компьютере / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров ; под ред. В.Э. Фигурнова. – М. : ИНФРА-М; Финансы и статистика, 1995. – 384 с.
213. Лонцин М. Основные процессы пищевых производств / М. Лонцин, Р. Меерсон ; под ред. И.А. Рогова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 384 с.

214. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / [под ред. И. М. Скурихина, проф. В. А. Тутельяна] – М. : Брандес; Медицина, 1998. – 342 с.
215. Влияние соотношения сахара и пектина на прочность мармеладного студня / [Н. С. Карпович, Л. В. Донченко, Б. М. Антонян и др. ] // Пищевая промышленность. – 1982. – №1. – С. 38–39.
216. Орлова Н. Я. Наукові принципи формування асортименту та управління якістю замороженої плодово-овочевої продукції / Н. Я. Орлова, С. О. Белінська, О. В. Бабич // Товари ХХІ століття : зб. наук. праць / ПУСКУ. – Полтава.– 2002. – Ч. 2. – С. 3–6.
217. Продукты переработки плодов и овощей. Правила приемки, методы отбора проб : ГОСТ 26313-84. – [Введ. 01.07.85]. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 6 с.
218. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения сухих веществ или влаги : ГОСТ 28561-90. – [Введ. 01.07.91]. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 14 с.
219. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения растворимых сухих веществ : ГОСТ 28562-90. – [Введ. 01.07.91]. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 5 с.
220. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности : ГОСТ 25555.0-82. – [ Введ. 01.01.83]. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 4 с.
221. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения золы и щелочности, общей и водорастворимой золы : ГОСТ 25555.4-91 (ст. СЭВ 3009-81). – [ Введ. 01.01.93]. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.
222. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С : ГОСТ 245556-89. – [ Введ. 01.01.90]. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 16 с.
223. Продукты пищевые и вкусовые. Метод отбора проб для микробиологических анализов : ГОСТ 26668-85. – [ Введ. 01.12.86. ] – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 5 с.

224. Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов : ГОСТ 26669-85. – [Введ. 01.01.86]. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 9 с.
225. Консервы. Метод определения мезофильных аэробных и факультативно-аэробных микроорганизмов : ГОСТ 30425-98. – [Введ.01.01.99].– М. : Изд-во стандартов, 1999. – 14 с.
226. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для содержания токсических элементов : ГОСТ 26929-98. – [Введ. 01.12.98]. – К. : Госстандарт Украины, 1998. – 16 с.
227. Продукты пищевые. Метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов : ГОСТ 10444.15-94. – [Введ. 01.01.95]. – К. : Госстандарт Украины, 1996. – 16 с.
228. Продукты пищевые. Метод определения *Staphylococcus aureus* : ГОСТ 10444.2-94. – [Введ. 01.12.94]. – М. : Изд-во стандартов, 1995. – 15 с.
229. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. ГОСТ Р 50480-93. – [Введ. 01.12.93]. – М. : Изд-во стандартов, 1993. – 14 с.
230. Методические указания по санитарно-бактериологическому контролю на предприятиях общественного питания и торговли пищевыми продуктами № 2657 – 82. – М. : МЗ СССР, 1984. – 54 с.
231. Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути : ГОСТ 26927-90. – [Введ. 01.12. 90]. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 15 с.
232. Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка : ГОСТ 26930-86. – [ Введ. 01.01.87]. – 16 с.
233. Продукти харчові. Визначення вмісту вітаміну Е методом рідинної хроматографії високо роздільної здатності вимірювання  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -токоферолів : ДСТУ EN 12822:2005. – [Чинний від 01.07.06]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 14 с.
234. Айвазян С. А. Прикладная статистика : Основы моделирования и первичная обработка данных / С. А. Айвазян, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин. – М. : Финансы и статистика, 1983. – 471 с.

235. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / [под ред. Л. П. Ковальской]. – М. : Агропромиздат, 1991. – 335 с.
236. Дисперсность кондитерских масс / В. Л. Захаренко, Ф. В. Перцевой, В. Х. Бердичевский, О. А. Гринченко // Известия вузов. Пищевая технология. – 1989. – № 4. – С. 53–56.
237. Ростовський В. С. Вплив електромагнітного поля на мінеральний склад плодово-ягідної сировини / В. С. Ростовський, Н. В. Дібрівська // Вісник ДонДУЕТ, 2002. – №1. – С. 154–161.
238. Ростовський В. С. Розроблення оцінки якості нових видів продукції на основі маркетингових досліджень / В. С. Ростовський, Н. В. Дібрівська // Товари XXI століття : міжнар. наук.-практ. конф., 21-24 травня, 2002 р. : матеріали – Полтава : ПУСКУ, 2002. – С. 27–30.
239. Дібрівська Н. В. Дослідження структурно-механічних властивостей пюре з нетрадиційної сировини / Н. В. Дібрівська // Вісник Донецького держ. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2003. – № 1 (17). – С. 89–94.
240. Дібрівська Н. В. Дослідження впливу змінного електромагнітного поля на мікробіологічні показники пюре з калини / Н. В. Дібрівська // Актуальні проблеми харчування: технологія і обладнання, організація і економіка : темат. зб. наук. праць / Донецький держ. ун-т економіки і торгівлі. – Донецьк, 2003. – Вип. 9. – С. 96–103.
241. Патент 53132 А Україна, МПК L 23 1/06. Спосіб виробництва фруктового желе / Дібрівська Н. В., Ростовський В. С., Капліна Т. В. ; заявник та патентовласник Полтавський університет споживчої кооперації України. – № 2002032200 ; заявл. 19.03.02 ; опубл. 15.01.03, Бюл. № 1.
242. Патент 53133 А Україна, МПК L 23 1/06. Спосіб виробництва ягідного мусу / Дібрівська Н. В., Ростовський В. С., Капліна Т. В. ; заявник та патентовласник Полтавський університет споживчої кооперації України. – № 2002032201 ; заявл. 19.03.02 ; опубл. 15.01.03, Бюл. № 1.



243. Ростовский В. С. Новые виды пищевой продукции из облепихи, аронии, шиповника с радиопротекторными свойствами / В. С. Ростовский, Н. В. Дибривская // Продовольственный рынок и проблемы здорового питания : 2-я межд. научно-практ. конф., 18–21 декабря 1999 г. : тез. докл. – Орел, 1999. – С. 30.
244. Дібрівська Н. В. Використання маркетингових досліджень для визначення споживчої оцінки якості нових видів продукції / Н. В. Дібрівська // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв і торгівлі : міжн. наук-практ. конф., 24 жовтня 2002 р. : тези доповідей – Х. : ХДАТОХ, 2002. – С. 15–16.
245. Ростовський В. С. Використання радіопротекторних властивостей нетрадиційних ягідних культур при розробленні технологій солодких страв / В. С. Ростовський, Н. В. Дібрівська // Науковий вісник ПУСКУ : зб. наук. праць / Полтавський університет споживчої кооперації України. – Полтава, 2002. – № 3. – С. 93–96.
246. Дослідження мінерального складу нетрадиційної плодово-ягідної сировини в Полтавській області / В. С. Ростовський, Н. В. Дібрівська, Н. В. Олійник, О. В. Каснер // Науковий вісник ПУСКУ : зб. наук. праць / Полтавський університет споживчої кооперації України. – Полтава, 2002. – № 3. – С. 96–98.
247. Дібрівська Н. В. Дослідження технології виготовлення желейних виробів з плодово-ягідного пюре / Н. В. Дібрівська // Проблеми харчування населення України : Всеукр. наук.-практ. конф., 27–28 лютого 2003 р. : тези. – Полтава, 2003. – С. 98–102.
248. Дібрівська Н. В. Вплив вихрового шару феромагнітних часток електромагнітного обертового поля на збереження біологічно активних речовин / Н. В. Дібрівська // Віддалені наслідки впливу іонізуючого випромінювання : міжн. наук.-практ. конф., 23–25 травня 2007 р. : тези доп. – Київ, 2007. – С. 276–277.
249. Вплив електрофізичних методів обробки на антоціаново-фенольний комплекс дикорослих ягід під час отримання функціональних оздоровчих доба-

- вок / Р. Ю.Павлюк, Н. В. Дібрівська, Н. П. Максимова, С. М. Лосєва // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія : IV міжнар. наук.-практ. конф., 24–25 травня 2006 р. : тези доп. – Харків, 2006. – Ч. 1. – С. 324–326.
250. Павлюк Р. Ю. Вплив електрофізичних методів обробки дикорослих ягід на антоціаново-фенольний комплекс при отриманні пюре / Р. Ю. Павлюк, Н. В. Дібрівська, Т. В. Крячко // Харчові технології – 2006 : II міжнар. наук.-практ. конф., 17–19 жовтня 2006 р. : тези доп. – Одеса, 2006. – С. 49.
251. Павлюк Р. Ю. Отримання функціональних оздоровчих добавок із дикорослих ягід з високим вмістом біологічно активних речовин / Р. Ю. Павлюк, Н. В. Дібрівська, Т. В. Крячко // Наука і соціальні проблеми суспільства : харчування, екологія, демографія : IV міжнар. наук.-практ. конф., 24–25 травня 2006 р. : тези доп. – Харків, 2006. – Ч. 1. – С. 327–329.
252. Павлюк Р. Ю. Вплив подрібнення і бланшування на процес ферментативного окислення L-аскорбінової кислоти і утворення ортохінонів в дикорослих ягодах / Р. Ю. Павлюк, Н. В. Дібрівська, Т. В. Крячко // Вісник Національного технічного університету „ХП” : зб. наук. праць / Тематичний випуск „Хімія, хімічна технологія і екологія”. – Харків, 2006. – № 25. – С. 149–153.
253. Павлюк Р. Ю. Комплексні дослідження під час розробки технології функціональних пастоподібних оздоровчих добавок із дикорослих ягід / Р. Ю. Павлюк, Н. В. Дібрівська // Вісник Національного технічного університету „ХП” : зб. наук. праць / Тематичний випуск „Хімія, хімічна технологія і екологія”. – Харків, 2006. – № 25. – С. 154–159.
254. Вплив електромагнітної обробки дикорослих ягід на пектинові речовини та желейні властивості одержаних пастоподібних напівфабрикатів / Р. Ю. Павлюк, Н. В. Дібрівська, В. В. Погарська, Т. В. Крячко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць : у 2-х ч. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2007. – Ч. 1. – Вип. 2 (6). – С. 118–125.

255. Вивчення впливу попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ електромагнітного поля на біополімери і желейні властивості при отриманні напівфабрикатів високого ступеня готовності / Р. Ю. Павлюк, Н. В. Дібрівська, В. В. Погарська, Т. В. Крячко // Нові ресурси та енергозберігаючі технології харчових виробництв : Всеукраїнська наук.-практ. конф., 1–2 березня, 2007 р. : тези доп. – Полтава, 2007. – С. 106–107.
256. Павлюк Р. Ю. Вплив попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ на мікробіологічні показники пастоподібного напівфабрикату / Р. Ю. Павлюк, Н. В. Дібрівська // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : міжнар. наук.-практ. конф., 17 жовтня, 2007 р. : тези доп. – Харків, 2007. – С. 118–120.
257. Використання обробки дикорослих ягід у ВШФЧ на підвищення желуючих властивостей пастоподібних напівфабрикатів / Р. Ю. Павлюк, Н. В. Дібрівська, В. В. Погарська, Т. В. Крячко // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : міжнар. наук.-практ. конф., 17 жовтня, 2007 р. : тези доп. – Харків, 2007. – С. 121–122.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
Розділ 1. Наукові та практичні передумови розробки технології функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід з використанням електромагнітної обробки .....	10
1.1. Загальна характеристика дикорослих ягід – сировини для нових функціональних пастоподібних напівфабрикатів добавок .....	11
1.2. Особливості антоціанового пігментного комплексу бузини чорної, горобини чорноплідної та калини .....	16
1.3. Характеристика низькомолекулярних і високомолекулярних фенольних сполук і вітамінів бузини чорної, горобини чорноплідної і калини	21
1.4. Характеристика пектинових речовин бузини чорної, горобини чорно-плідної і калини .....	24
1.5. Способи та технології отримання пастоподібних продуктів із дикорослих ягід .....	29
1.6. Перспективи електромагнітної обробки плодово-ягідної сировини при отриманні пастоподібних напівфабрикатів – функціональних добавок із дикорослих ягід .....	34
1.6.1. Специфіка технологічних процесів в вихровому шарі феромагнітних часток обертаючого електромагнітного поля .....	38
1.7. Аналіз технологій желейних страв на основі плодово-ягідної сировини та характеристика драглеутворювачів для їх виготовлення .....	41
РОЗДІЛ 2. Розробка наукових основ технології функціональних напівфабрикатів–добавок із дикорослих ягід з використанням для активації БАР фізичного метода .....	54
2.1. Вивчення вмісту біологічно активних і поживних речовин в дикорослих ягодах – сировині для функціональних напівфабрикатів добавок .	56
2.2. Виявлення впливу подрібнення і бланшування на зберігання антоціанових барвних речовин, L-аскорбінової в дикорослих ягодах .....	64

2.3. Комплексні дослідження виявлення закономірностей і механізму впливу обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на БАР при отриманні напівфабрикатів .....	67
2.4. Вивчення впливу попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на біополімери і желейні властивості при отриманні функціональних напівфабрикатів .....	74
2.5. Вплив попередньої обробки дикорослих ягід у ВШФЧ змінного електромагнітного поля на мікробіологічні показники напівфабрикатів .....	82
2.6. Розробка технологій функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід з використанням ВШФЧ змінного електромагнітного поля....	86
2.7. Визначення якості функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід одержаних за новою технологією з використанням ВШФЧ....	91
2.8. Дослідження якості функціональних пастоподібних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід в процесі зберігання.....	93
РОЗДІЛ 3. Розробка технологій желейних страв з використанням функціональних напівфабрикатів добавок із дикорослих ягід для підприємств ресторанного господарства .....	101
3.1. Технологія желейних страв із використанням функціональних напівфабрикатів добавок з бузини чорної, горобини чорноплідної та калини	102
3.1.1. Математичне моделювання та обґрунтування кількості внесення функціональних напівфабрикатів добавок з бузини чорної, горобини чорноплідної та калини у рецептури желейних страв.....	106
3.2. Структурно-механічні та фізико-хімічні властивості желейних страв з використанням функціональних напівфабрикатів добавок із ДЯ.....	113
3.3. Визначення якості розроблених желейних страв з використанням функціональних напівфабрикатів добавок із ДЯ.....	119
3.4. Дослідження якості желе, мусів і самбуків в процесі зберігання.....	122
Список використаних джерел.....	129